



**PARNAÍBA**



**CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA**



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**  
SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

# **CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA**

**BRASÍLIA – DF**





# **CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA**

**NOVEMBRO | 2006**

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente  
SGAN 601 – Lote 1 – Edifício Sede da Codevasf – 4º andar  
70830-901 – Brasília-DF  
Telefones (61) 4009-1291/1292 – Fax (61) 4009-1820  
[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) – [srh@mma.gov.br](mailto:srh@mma.gov.br)  
<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br> – [pnrh@mma.gov.br](mailto:pnrh@mma.gov.br)

Catálogo na Fonte

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

---

C122 Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.  
184 p. : il. color. ; 27cm

Bibliografia

ISBN 85-7738-064-5

1. Brasil - Recursos hídricos. 2. Hidrografia. 3. Região hidrográfica do Parnaíba. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Recursos Hídricos. III. Título.

---

CDU(2.ed.)556.18

## **República Federativa do Brasil**

**Presidente:** Luiz Inácio Lula da Silva

**Vice-Presidente:** José Alencar Gomes da Silva

## **Ministério do Meio Ambiente**

**Ministra:** Marina Silva

**Secretário-Executivo:** Cláudio Roberto Bertoldo Langone

## **Secretaria de Recursos Hídricos**

**Secretário:** João Bosco Senra

**Chefe de Gabinete:** Moacir Moreira da Assunção

## **Diretoria de Programa de Estruturação**

**Diretor:** Márley Caetano de Mendonça

## **Diretoria de Programa de Implementação**

**Diretor:** Júlio Thadeu Silva Kettelhut

## **Gerência de Apoio à Formulação da Política**

**Gerente:** Luiz Augusto Bronzatto

## **Gerência de Apoio à Estruturação do Sistema**

**Gerente:** Rogério Soares Bigio

## **Gerência de Planejamento e Coordenação**

**Gerente:** Gilberto Duarte Xavier

## **Gerência de Apoio ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos**

**Gerente:** Franklin de Paula Júnior

## **Gerência de Gestão de Projetos de Água**

**Gerente:** Renato Saraiva Ferreira

## **Coordenação Técnica de Combate à Desertificação**

**Coordenador:** José Roberto de Lima

## **COORDENAÇÃO DA ELABORAÇÃO DO PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (SRH/MMA)**

### **Diretor de Programa de Estruturação**

Márley Caetano de Mendonça

### **Gerente de Apoio à Formulação da Política**

Luiz Augusto Bronzatto

### **Equipe Técnica**

Adelmo de Oliveira Teixeira Marinho

André do Vale Abreu

André Pol

Adriana Lustosa da Costa

Daniella Azevêdo de Albuquerque Costa

Danielle Bastos Serra de Alencar Ramos

Flávio Soares do Nascimento

Gustavo Henrique de Araujo Eccard

Gustavo Meyer

Hugo do Vale Christofidis

Jaciara Aparecida Rezende

Marco Alexandro Silva André

Marco José Melo Neves

Percy Baptista Soares Neto

Roberto Moreira Coimbra

Rodrigo Laborne Mattioli

Roseli dos Santos Souza

Simone Vendruscolo

Valdemir de Macedo Vieira

Viviani Pineli Alves

### **Equipe de Apoio**

Lucimar Cantanhede Verano

Marcus Vinícius Teixeira Mendonça

Rosângela de Souza Santos

### **Projetos de Apoio**

Projeto BID/MMA (Coordenador: Rodrigo Speziali de Carvalho)

Projeto TAL AMBIENTAL (Coordenador: Fabrício Barreto)

Projeto BRA/OEA 01/002 (Coordenador: Moacir Moreira da Assunção)

### **Consultora**

Brandina de Amorim

## **Projeto Gráfico / Programação Visual**

Projects Brasil Multimídia

## **Capa**

Arte: Projects Brasil Multimídia

Foto: Banco de Imagens da Codevasf (Delta do Parnaíba, PI/MA)

## **Revisão**

Projects Brasil Multimídia

## **Edição**

Projects Brasil Multimídia

Myrian Luiz Alves (SRH/MMA)

Priscila Maria Wanderley Pereira (SRH/MMA)

## **Impressão**

Grafimaq

# Prefácio

O Brasil é um país megadiverso e privilegiado em termos de disponibilidade hídrica, abrigando cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, sendo que, se considerarmos as águas provenientes de outros países, esse índice se aproxima de 18%. No entanto, apresenta situações contrastantes de abundância e escassez de água, o que exige dos governos, dos usuários e da sociedade civil cuidados especiais, organização e planejamento na gestão de sua utilização.

Neste sentido, a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH configura importante marco para a consolidação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, conseqüentemente, para a gestão sustentável de nossas águas. Ademais, seu estabelecimento atende aos compromissos assumidos pelo Brasil na Cúpula Mundial de Joanesburgo (Rio+10), que apontou para a necessidade dos países elaborarem seus planos de gestão integrada de recursos hídricos até 2005.

A construção do PNRH contou com a participação de todos os segmentos envolvidos na utilização de recursos hídricos e teve como pressupostos a busca do fortalecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a promoção de um amplo processo de envolvimento e participação social, além da elaboração de uma base técnica consistente.

Para subsidiar o processo de elaboração do PNRH, foram desenvolvidos diversos estudos, dentre eles documentos de caracterização denominados Cadernos Regionais para cada uma das 12 Regiões Hidrográficas, definidas pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 32/2003, que configuram a base físico-territorial para elaboração e implementação do Plano.

É importante ressaltar a efetiva colaboração das Comissões Executivas Regionais (CERs), instituídas por meio da Portaria n.º 274/2004, integradas por representantes da União, dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dos usuários e organizações civis de recursos hídricos.

Neste contexto, a ampla divulgação do CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA visa contribuir para a socialização de informações, bem como para o aperfeiçoamento do PNRH, cujo processo é contínuo, dinâmico e participativo.

**Marina Silva**  
**Ministra do Meio Ambiente**

# Sumário

Prefácio..... 7

Sumário..... 8

Apresentação ..... 15

1 | Plano Nacional de Recursos Hídricos..... 17

2 | Concepção Geral..... 19

3 | Água: Desafios Regionais ..... 21

4 | Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica ..... 23

4.1 | Caracterização das Disponibilidades Hídricas ..... 54

4.2 | Principais Biomas e Ecossistemas da Região Hidrográfica do Parnaíba ..... 90

4.3 | Caracterização do Solo, do seu Uso e Ocupação na Região Hidrográfica do Parnaíba ..... 104

4.4 | Evolução Sociocultural..... 119

4.5 | Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água ..... 153

4.6 | Histórico dos Conflitos pelo Uso da Água..... 162

4.7 | A Implantação da Política de Recursos Hídricos e da Política Ambiental ..... 162

5 | Análise de Conjuntura ..... 169

5.1 | Principais Problemas do Uso Hegemônico da Água ..... 169

5.2 | Principais Problemas e Conflitos pelo Uso da Água..... 170

5.3 | Vocações Regionais e seus Reflexos sobre os Recursos Hídricos ..... 175

6 | Conclusões..... 179

Referências ..... 185



# Lista de Quadros

Quadro 1 - Relação das Sub-bacias principais de nível 1 com os Estados integrantes da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	25
Quadro 2 - Relação das Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba e os Estados integrantes .....	28
Quadro 3 - Relação percentual das áreas das Sub-bacias em relação aos Estados .....	28
Quadro 4 - Divisão territorial utilizada pelo Planap/Codevasf e as divisões utilizadas pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos para a Região Hidrográfica do Parnaíba .....	29
Quadro 5 - Barragens previstas pela Chesf para aproveitamento hidroelétrico da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	48
Quadro 6 - Principais infra-estruturas hídricas projetadas, construídas e em construção na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	52
Quadro 7 - Valores médios da precipitação anual para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	56
Quadro 8 - Valores de Balanço Hídrico Simplificado para a Região Nordeste .....	58
Quadro 9 - Valores de Evapotranspiração Real nas Regiões Hidrográficas do Brasil.....	59
Quadro 10 - Estimativa de Evapotranspiração Real para as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	60
Quadro 11 - Evaporação média mensal (mm) nas estações meteorológicas localizadas na Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí).....	62
Quadro 12 - Evaporação média mensal (mm) nas Sub-bacias dos Rios Poti e Longá .....	63
Quadro 13 - Vazões nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	64
Quadro 14 - Relação dos postos fluviométricos utilizados para a determinação da vazão específica média em cada Sub-bacia.....	65
Quadro 15 - Vazões médias para as Sub-bacias da Região Hidrográfica Parnaíba.....	68
Quadro 16 - Disponibilidade hídrica (m³/s) da Bacia Hidrográfica do Rio Poti .....	70
Quadro 17 - Disponibilidade hídrica (m³/s) da Bacia Hidrográfica do Rio Longá .....	71
Quadro 18 - Produtividade dos poços e parâmetros hidrodinâmicos dos principais Sistemas Aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	72
Quadro 19 - Disponibilidade de águas subterrâneas nos principais aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	72
Quadro 20 - Vazão com 95% de garantia para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	74
Quadro 21 - Lagoas mais importantes no Vale do Guruguéia.....	75
Quadro 22 - Principais barragens construídas e em operação na Sub-bacia do Canindé/Piauí .....	76
Quadro 23 - Principais lagoas da Sub-bacia do Canindé/Piauí.....	77
Quadro 24 - Disponibilidade hídrica superficial para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	78
Quadro 25 - Reservas explotáveis nos Aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	78
Quadro 26 - Áreas de recarga dos aquíferos em cada Sub-bacias do Parnaíba .....	79
Quadro 27 - Reserva Hídrica em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba (m³/s e L/s/Km²) .....	79
Quadro 28 - Valores médios de Oxigênio Dissolvido (mg/L) nas estações operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA.....	82
Quadro 29 - Valores de DBO5 dias, 20°C para as Sub-bacias do Parnaíba.....	83
Quadro 30 - Área plantada das principais culturas, quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final e utilização por unidade de área, por tipo de nutriente utilizado, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2002 .....	86
Quadro 31 - Estimativa da produção de sedimento nas estações sedimentométricas da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	87
Quadro 32 - Unidades de Conservação do bioma Caatinga na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	95

# Lista de Quadros

Quadro 33 - Áreas prioritárias para a conservação da Caatinga na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	95
Quadro 34 - Uso da terra na macrorregião de desenvolvimento do Cerrado para os anos de 2001 e 2003 .....	107
Quadro 35 - Área para cada classe de uso do solo nos Estados do Piauí e Maranhão na região do Cerrado dentro da Bacia do Parnaíba....	108
Quadro 36 - Núcleo de desertificação na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	110
Quadro 37 - Distribuição da população da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	121
Quadro 38 - Principais Municípios localizados nas Sub-bacias de nível 2 (Sub 2) da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	125
Quadro 39 - Efetivo de rebanho (cabeças) nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	129
Quadro 40 - Áreas plantadas, em hectares, nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	130
Quadro 41 - Principais lavouras temporárias existentes na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	137
Quadro 42 - Extrativismo vegetal nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	139
Quadro 43 - Indústrias extrativistas e de transformação existentes no Piauí em 2002.....	141
Quadro 44 - Alguns indicadores da situação dos serviços de saúde nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	153
Quadro 45 - Demandas de recursos hídricos por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	154
Quadro 46 - Relação entre vazão média e população em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	155
Quadro 47 - Balanço demanda/vazão média acumulada e demanda/disponibilidade .....	157
Quadro 48 - Razão entre a demanda e a reserva explotável nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	160
Quadro 49 - Situação legal do sistema de gestão de recursos hídricos no Piauí.....	163
Quadro 50 - Outorgas concedidas atualmente na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	167

# Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	24
Figura 2 - Caracterização da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	26
Figura 3 - Divisão hidrográfica do rio Parnaíba em Sub-bacias de nível 1 e nível 2 .....	27
Figura 4 - Divisão da Região Hidrográfica do Parnaíba conforme macrorregiões definidas em Codevasf (2005b) e divisões por Sub-bacias ..	30
Figura 5 - Drenagem (escala 1:2.500.000) da Região Hidrográfica do Parnaíba, com divisões em Sub-bacias nível 1.....	35
Figura 6 - Drenagem, em escala 1:1.000.000, da Sub-bacia do Alto Parnaíba .....	36
Figura 7 - Drenagem, em escala 1:1.000.000, da Sub-bacia do Baixo Parnaíba .....	37
Figura 8 - Características geológicas da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	39
Figura 9 - Coluna litoestratigráfica generalizada da Bacia Sedimentar do Parnaíba .....	40
Figura 10 - Balanço Hídrico para a Região Nordeste do Brasil .....	41
Figura 11 - Relevo da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	43
Figura 12 - Unidades geomorfológicas da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	44
Figura 13 - Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) .....	45
Figura 14 - Área com intenso processo de erosão .....	46
Figura 15 - Área com intenso processo de erosão em fase de plantio .....	47
Figura 16 - Infra-estrutura hídrica na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	49
Figura 17 - Distribuição de poços na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	50
Figura 18 - Infra-estrutura de deslocamento na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	51
Figura 19 - Distribuição da precipitação média mensal (mm) na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	55
Figura 20 - Comparação entre volume precipitado ( $10^6$ m <sup>3</sup> /ano) e área (Km <sup>2</sup> ) de cada Sub-bacia .....	56
Figura 21 - Precipitação anual média (mm) sobre a Região Hidrográfica do Parnaíba .....	57
Figura 22 - Localização das estações de monitoramento de variáveis ambientais .....	61
Figura 23. - Vazões médias para cada Sub-bacia do Parnaíba .....	66
Figura 24 - Distribuição mensal das vazões máximas médias estimadas para cada Sub-bacia do Parnaíba.....	66
Figura 25 - Distribuição mensal das vazões mínimas médias estimadas para cada Sub-bacia do Parnaíba .....	67
Figura 26 - Vazões médias, máximas e mínimas em postos fluviométricos localizados nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba ..	69
Figura 27 - Principais sistemas aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	73
Figura 28 - Localização das estações de medidas de Oxigênio Dissolvido (OD) operadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	81
Figura 29 - Qualidade da água na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	84
Figura 30 - Principais fertilizantes utilizados na agricultura brasileira.....	85
Figura 31 - Principais fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba, modificado de ANA (2005).....	89
Figura 32 - Vegetação na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	91
Figura 33 - Principais biomas da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	93

# Lista de Figuras

Figura 34 - Ecorregiões terrestres do bioma Caatinga, segundo MMA (2004) .....	94
Figura 35 - Áreas prioritárias para a conservação da Caatinga.....	96
Figura 36 - Situação ambiental da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	100
Figura 37 - Ecorregiões aquáticas da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	103
Figura 38 - Caracterização dos solos da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	105
Figura 39 - Uso da terra no Cerrado, em 2003, na Região Hidrográfica do Parnaíba, segundo Codevasf (2005c) .....	111
Figura 40 - Uso da terra no Médio Parnaíba .....	113
Figura 41 - Uso da terra da Sub-bacia Baixo Parnaíba.....	115
Figura 42 - Uso da terra na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	118
Figura 43 - Distribuição da população na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	122
Figura 44 - Distribuição da população sobre a Região Hidrográfica do Parnaíba .....	123
Figura 45 - Representação gráfica da variação dos índices representativos da desigualdade da distribuição de renda em cada Sub-bacia..	124
Figura 46 - Variação da renda <i>per capita</i> em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	124
Figura 47 - Índice de Desenvolvimento Humano para a educação, longevidade e renda para a Região Hidrográfica do Parnaíba .....	127
Figura 48 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal para a Região Hidrográfica do Parnaíba .....	128
Figura 49 - Percentuais de renda oriundo de transferências governamentais e do rendimento do trabalho na Região Hidrográfica do Parnaíba ....	128
Figura 50 - Demonstração gráfica do efetivo de rebanho nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	130
Figura 51 - Áreas plantadas, em hectares, nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	131
Figura 52 - Lavouras permanentes de banana na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	132
Figura 53 - Lavouras permanentes de caju na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	133
Figura 54 - Lavouras temporárias de arroz na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	134
Figura 55 - Lavouras temporárias de cana-de-açúcar na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	135
Figura 56 - Lavouras temporária de soja na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	136
Figura 57 - Produção de leite nas Sub-bacias do Parnaíba .....	138
Figura 58 - Produção de leite nas Sub-bacias do Parnaíba .....	138
Figura 59 - Extrativismo vegetal nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	139
Figura 60 - Extração de madeira nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	140
Figura 61 - Unidades de indústrias extrativistas na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	142
Figura 62 - Unidades de indústrias de transformação na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	143
Figura 63 - Percentual de pessoas que vivem em domicílios com serviços de água encanada, energia elétrica e coleta de lixo .....	145
Figura 64 - Quantidade de domicílios conforme o tipo de destino final dos esgotos sanitários .....	146
Figura 65 - Domicílios com sistema de abastecimento de água na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	147
Figura 66 - Domicílios com instalação sanitária e coleta de esgoto na Região Hidrográfica do Parnaíba.....	148

# Lista de Figuras

Figura 67 - Domicílios com coleta de lixo na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	149
Figura 68 - Número de médicos residentes para cada mil habitantes nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	150
Figura 69 - Morbidade por doenças parasitárias e infecciosas em 2002.....	151
Figura 70 - Morbidade por doenças do sistema circulatório em 2002.....	152
Figura 71 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba segundo a razão entre a vazão média e população .....	155
Figura 72 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba segundo a razão entre a demanda e a vazão média acumulada .....	157
Figura 73 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba conforme a relação Demanda/Disponibilidade .....	158
Figura 74 - Balanço entre demanda e vazão média acumulada .....	159
Figura 75 - Razão entre a demanda e reserva explotável nas Sub-bacias do Parnaíba .....	161
Figura 76 - Situação dos Comitês de Bacia no Estado do Ceará .....	164
Figura 77 - Aspectos institucionais relacionados aos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	168
Figura 78 - Principais problemas e conflitos pelo uso da água na Região Hidrográfica do Parnaíba .....	173
Figura 79 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Parnaíba .....	174
Figura 80 - Vocações Regionais da Região Hidrográfica do Parnaíba.....	177

# Lista de Siglas

**Agespisa** – Águas e Esgotos do Piauí S.A.

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**APA** – Área de Proteção Ambiental

**BEC** – Banco do Estado do Ceará

**CE** – Ceará

**CERH-PI** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos – Piauí

**Chesf** – Companhia Hidrelétrica do São Francisco

**CNPq** – Conselho Nacional de Pesquisa

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

**COGERH** – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos

**Comdepi** – Companhia de Desenvolvimento do Piauí

**Conama** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

**CPRM** – Centro de Pesquisas em Recursos Minerais

**CPTEC** – Centro de Pesquisas de Tempo e Clima

**CT-HIDRO** – Fundo Setorial de Recursos Hídricos

**DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DBR** – Documento Base de Referência

**DNIT** – Departamento Nacional de Trânsito

**DNOCS** – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

**EE** – Estação Ecológica

**Embrapa** – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

**Funai** – Fundação Nacional de Assistência ao Índio

**Funceme** – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

**FUNORH** – Fundo Estadual de Recursos Hídricos

**Ibama** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano

**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**LIT** – Linhas de Instabilidade Tropical

**Ma** – Milhões de anos

**MA** – Maranhão

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente

**NE** – Nordeste

**NE-SW** – Nordeste – Sudoeste

**OD** – Oxigênio Dissolvido

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PI** – Piauí

**Planap** – Plano de Desenvolvimento da Bacia do Parnaíba

**PN** – Parque Nacional

**PNRH** – Plano Nacional de Recursos Hídricos

**PNUD** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

**Proagua** – Programa Água para o Semi-árido

**Proclima** – Programa Clima no Nordeste

**Seinfra** – Secretaria de Infra-estrutura do Piauí

**Sema** – Secretaria de Meio Ambiente

**Semar-PI** – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Piauí

**SIGERH** – Sistema de Gestão de Recursos Hídricos

**SINGREH** – Sistema Nacional de Gerenciamento em Recursos Hídricos

**Sisnama** – Sistema Nacional de Meio Ambiente

**Sohidra** – Superintendência de Obras Hidráulicas

**SRH/MMA** – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente

**SRH-CE** – Secretaria de Recursos Hídricos – Ceará

**UC** – Unidade de Conservação

**UFPE** – Universidade Federal de Pernambuco

**ZCIT** – Zona de Convergência Inter-Tropical

**ZEE** – Zoneamento Ecológico Econômico



# Apresentação

*Este documento tem por base os estudos regionais desenvolvidos para subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.*

*Os Cadernos das Regiões Hidrográficas são estudos voltados para o estabelecimento de um Diagnóstico Básico e de uma Visão Regional dos Recursos Hídricos de cada uma das 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras, destacando-se seu forte caráter estratégico.*

*Dentro dos trabalhos do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, cada Caderno de Região Hidrográfica apresenta estudos retrospectivos, avaliação de conjuntura e uma proposição de diretrizes e prioridades regionais. Para consubstanciar estes produtos, os documentos trazem uma análise de aspectos pertinentes à inserção macrorregional da região estudada, em vista das possíveis articulações com regiões vizinhas.*

*O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, previsto na Lei Federal n.º 9.433/1997, constitui-se em um planejamento estratégico para o período de 2005-2020, que estabelece diretrizes, metas e programas, pactuados socialmente por meio de um amplo processo de discussão, de forma a assegurar a disponibilidade de água necessária às gerações atuais e futuras, com padrão de qualidade adequado aos diversos usos. É neste contexto que se insere o Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba.*

*Para a elaboração do Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba foram obtidos dados e informações contidas em diversos documentos fornecidos principalmente pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente – SRH/MMA, da Secretaria de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos do Estado do Piauí – Semar-PI e do Plano de Desenvolvimento da Bacia do Parnaíba – Planap, executado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf.*

*As informações foram sintetizadas por Sub-bacias, divididas em nível 1 e nível 2. Foram três Sub-bacias de*

*nível 1: Alto, Médio e Baixo Parnaíba; e sete Sub-bacias de nível 2: Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras), Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e o Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba).*

*Na primeira parte procurou-se abordar as características gerais e análise retrospectiva da região, partindo de uma caracterização geral, mostrando as divisões por Sub-bacias, os Estados integrantes e contextualizando diante do Planap/Codevasf. Em seguida procurou-se caracterizar o meio físico, com a apresentação da hidrografia, geologia, clima, relevo e geomorfologia, infra-estrutura hídrica e de transportes existentes na região. Foram abordados, ainda, aspectos relacionados à desertificação que ocorre no sul do Estado do Piauí.*

*Na fase de caracterização foram levantadas as disponibilidades hídricas, abordando aspectos da distribuição espacial e temporal da precipitação, análise das perdas por evapotranspiração, vazões máximas, médias e mínimas ao longo do ano, vazões de estiagem, avaliação do potencial hidrogeológico na região e, por fim, aspectos relacionados à qualidade da água.*

*Os biomas e ecossistemas da região também foram identificados, procurando caracterizar os principais biomas: Cerrado, Caatinga e Costeiro, além de apresentar a situação ambiental quanto à conservação destes biomas, levantando as Unidades de Conservação existentes dentro da região. As ecorregiões aquáticas definidas por meio da ictiofauna também foram apresentadas para a região.*

*Também foram apresentados os diversos tipos de solos e identificados os respectivos usos da terra em cada Sub-bacia de nível 1. Houve uma certa dificuldade em especializar os usos da terra, pois apenas a Sub-bacia Alto Parnaíba possui um estudo detalhado a respeito. Para as outras duas Sub-bacias utilizou-se informações de cobertura vegetal georreferenciadas.*

Continuando com a caracterização e análise retrospectiva, foram abordados aspectos relacionados ao desenvolvimento econômico e aos usos da água, analisando questões de demanda, balanço entre demanda e disponibilidade, procurando verificar a disponibilidade tanto de águas superficiais, como subterrâneas e em seguida foi feito uma análise dos principais usos da água em cada Sub-bacia de nível 2.

Para finalizar o item caracterização e análise retrospectiva, foram abordados aspectos históricos dos conflitos pelo uso da água e a implantação da política de recursos hídricos na região. Procurou-se apresentar as leis estaduais dos três Estados e os instrumentos de gestão já implantados na Região Hidrográfica.

Na segunda parte foram abordados os principais problemas e usos exclusivos da água, problemas e conflitos com os usos da água e as vocações regionais e os usos da água, procurando analisar por Sub-bacia de nível 2 e em seguida agrupar por Sub-bacias de nível 1. Em cada um destes itens foram elaborados mapas sínteses para a região, destacando as divisões por Sub-bacias.

Na parte final do relatório são apresentadas as conclusões.

Conforme as diretrizes para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2000), “mais importante do que se contar imediatamente com todas as informações necessárias ao PNRH, com o nível de precisão desejável, é programar a sua elaboração de forma a obter aperfeiçoamentos progressivos, indicando-se sempre a necessidade de obtenção de melhores dados”. Nesse contexto, os Cadernos Regionais apresentam informações mais detalhadas do que aquelas constantes da primeira versão do PNRH (2006), que servirão de subsídio às revisões periódicas do Plano, previstas na resolução CNRH n.º 58/2006. Também, a integração de bancos de dados das diversas instituições geradoras de informações, conforme suas respectivas competências, conduzirá a um progressivo refinamento e harmonização dessas informações, a serem incorporados nas sucessivas reedições do PNRH.

# 1 | Plano Nacional de Recursos Hídricos

A Lei nº 9.433/1997 criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH e estabeleceu os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, entre os quais se destacam os Planos de Recursos Hídricos, definidos como planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos recursos hídricos (art. 6º), devendo ser elaborados por bacia hidrográfica (Plano de Bacia), por Estado (Planos Estaduais) e para o País (Plano Nacional), conforme o art. 8º da referida lei. O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, constitui-se em um planejamento estratégico para o período de 2005-2020, que estabelece diretrizes, metas e programas, pactuados socialmente por meio de um amplo processo de discussão, que visam assegurar às atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, com base no manejo integrado dos Recursos Hídricos.

O PNRH deverá orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como o Gerenciamento dos Recursos Hídricos no País, apontando os caminhos para o uso da água no Brasil. Dada a natureza do PNRH, coube à SRH/MMA, a coordenação para a sua elaboração (Decreto nº 4.755 de 20 de junho de 2003, substituído pelo Decreto nº 5776, de 12 de maio de 2006).

O Plano encontra-se inserido no PPA 2004-2007 e configura-se como uma das prioridades do Ministério do Meio Ambiente e do Governo Federal. Cabe ressaltar o caráter continuado que deve ser conferido a esse Plano Nacional de Recursos Hídricos, incorporando o progresso ocorrido e as novas perspectivas e decisões que se apresentarem.

Com a atribuição de acompanhar, analisar e emitir parecer sobre o Plano Nacional de Recursos Hídricos, foi criada, no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a

Câmara Técnica do PNRH – CTPNRH/CNRH, por meio da Resolução CNRH nº 4, de 10 de junho de 1999. Para prover a necessária função executiva de elaboração do PNRH, a CTPNRH/ CNRH criou o Grupo Técnico de Coordenação e Elaboração do Plano – GTCE/PNRH, composto pela Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/MMA e pela Agência Nacional de Águas – ANA. O GTCE/PNRH configura-se, portanto, como o Núcleo Executor do PNRH, assumindo a função de suporte à sua execução técnica.

A base físico-territorial utilizada pelo PNRH segue as diretrizes estabelecidas pela Resolução CNRH nº 30, de 11 de dezembro de 2002, adota como recorte geográfico para seu nível 1 a Divisão Hidrográfica Nacional, estabelecida pela Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003, que define 12 regiões hidrográficas para o País.

No âmbito das 12 Regiões Hidrográficas Nacionais foi estabelecido um processo de discussão regional do PNRH. Essa etapa é fundamentalmente baseada na estruturação de 12 Comissões Executivas Regionais – CERs, na realização de 12 Seminários Regionais de Prospectiva e de 27 Encontros Públicos Estaduais. As CERs, instituídas através da Portaria Ministerial nº 274, de 4 de novembro de 2004, têm a função de auxiliar regionalmente na elaboração do PNRH, bem como participar em suas diversas etapas.

Sua composição obedece a um equilíbrio entre representantes dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dos segmentos usuários da água, das organizações da sociedade civil e da União.

O processo de elaboração do PNRH baseou-se num conjunto de discussões, informações técnicas que amparam o processo de articulação política, proporcionando a consolidação e a difusão do conhecimento existente nas diversas organizações que atuam no Sistema Nacional e nos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos.



Foto: Banco de Imagens da Codevasf (Delta do Parnaíba, PI/MA)



## 2 | Conceção Geral

O Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba foi concebido a partir de informações contidas no Documento Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2003) e dados fornecidos em PNRH (2005, 2005a), em forma georreferenciada: delimitação da região e suas Sub-bacias de nível 1 e 2; dados socioeconômicos e populacionais; área das Sub-bacias; vazão média nas Sub-bacias; vazão de estiagem; ecorregiões aquáticas; localização de postos pluviométricos e fluviométricos.

Durante a primeira reunião da Comissão Executiva Regional-Parnaíba foram apresentadas informações sobre os recursos hídricos adquiridas junto à Secretaria de Meio Ambiente de Recursos Hídricos do Piauí, como o “Plano diretor dos Recursos Hídricos dos rios Canindé e Piauí”, “Diagnóstico hidro-ambiental das bacias hidrográficas dos rios Poti e Longá”, “Cenários para o bioma Caatinga”, “Obras hídricas do Piauí”, “Atlas do abastecimento de água do Estado do Piauí”, “Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil”, “Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Rio Parnaíba”, entre outros.

Junto à Codevasf, no Piauí, foram obtidos dados do Planap, com informações socioeconômicas da região. Outros dados em forma georreferenciada foram obtidos junto ao Planap, em Brasília, como mapas de vegetação, solo, geologia, relevo, entre outros.

Os dados pluviométricos e fluviométricos, contidos na base de dados do Planap e Hidroweb (2005), foram utilizados para traçar os principais aspectos dos recursos hídricos em cada Sub-bacia de nível 2 da região, como variação sazonal das precipitações e vazões máximas, médias e mínimas. Estudos realizados pela ANA também foram utilizados para a elaboração das disponibilidades hídricas, bem como informações contidas no projeto Aridas-PI.

Todas as informações obtidas foram consolidadas para sete Sub-bacias de nível 2 e para três de nível 1, definidas em PNRH (2005, 2005a) para a Região Hidrográfica do Parnaíba. Com a base de dados georreferenciada foram confeccionados vários mapas da região utilizando os *softwares* ARC GIS 9.0 e Global Mapper 6.0.





Foto: Marcos Oliveira Santana (Bacia do Rio Gurgueia - Monte Alegre do Piauí)



### 3 | Água: Desafios Regionais

Água: um bem público, vulnerável e dotado de valor econômico. Princípio básico da legislação de recursos hídricos no Brasil que busca garantir a conservação para as próximas gerações.

O grande desafio da atualidade é a internalização do conceito de que a água doce é escassa e de valor econômico nas sociedades locais. A visão de que a água é interminável e renovável em qualquer instância ainda predomina nos diversos segmentos da sociedade. A convivência com a água não está bem resolvida, principalmente quando se depara com quadros de total descaso com este recurso. Lixo, esgotos e desperdício ainda são palavras que usamos com muita frequência quando falamos e escrevemos sobre a água.

O Brasil, nos últimos 20 anos, teve um grande avanço quanto à legislação de recursos hídricos e meio ambiente. Muito se tem feito, mas muito se tem a fazer no intuito de colocar em prática os planos de recursos hídricos de forma que resultem em benefícios efetivos às sociedades locais, melhorando a sua qualidade de vida.

No âmbito regional reforça-se a importância de ações de conscientização entre os vários segmentos das sociedades locais sobre a importância do uso racional dos recursos hídricos e que estes trarão melhorias à economia da região. Neste sentido, a integração do setor de recursos hídricos com as entidades relacionadas à informação e educação é primordial para a melhoria da situação econômica regional visando o uso sustentável dos recursos naturais.

A atividade de agropecuária, predominante na maioria da Região Hidrográfica do Parnaíba, deverá ser vista como uma atividade com grande potencial de crescimento. Esta exige a utilização de grande quantidade de água na busca da otimização e aumento da produção. As práticas agrícolas inadequadas quanto ao manejo do solo já demonstram sinais de impacto nos cursos de água da região, evidenciado pelo

crescente assoreamento dos rios Parnaíba, Piauí/Canindé, Poti e Longá. Os insumos agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos, podem se transformar em grandes poluidores das águas armazenadas nos lagos e reservatórios da região, se não houver controle e fiscalização de seu uso. Assim, a parceria entre os segmentos de gestão de recursos hídricos com os atores do segmento agrícola é primordial para garantir a qualidade, tanto do solo agrícola como dos recursos hídricos.

Na região costeira é fundamental a parceria entre os segmentos da rizicultura, da cata de caranguejos, da carcinicultura e do turismo local para implementar a política de recursos hídricos de maneira que o desenvolvimento econômico regional se dê de maneira sustentável.

Nos principais centros urbanos, como Teresina, Crateús, Parnaíba, Balsas, Bom Jesus, entre outros, o grande desafio é o controle dos despejos, tanto sólidos, como líquidos, de forma a evitar a degradação cada vez mais acentuada dos recursos hídricos.

É importante, neste caso, a implementação da gestão participativa dos recursos hídricos por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas, visando benefícios econômicos para todos os integrantes do processo de desenvolvimento da região.





Foto: Banco de Imagens da Codevasf (Delta do Parnaíba, PI/MA)

## 4 | Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica

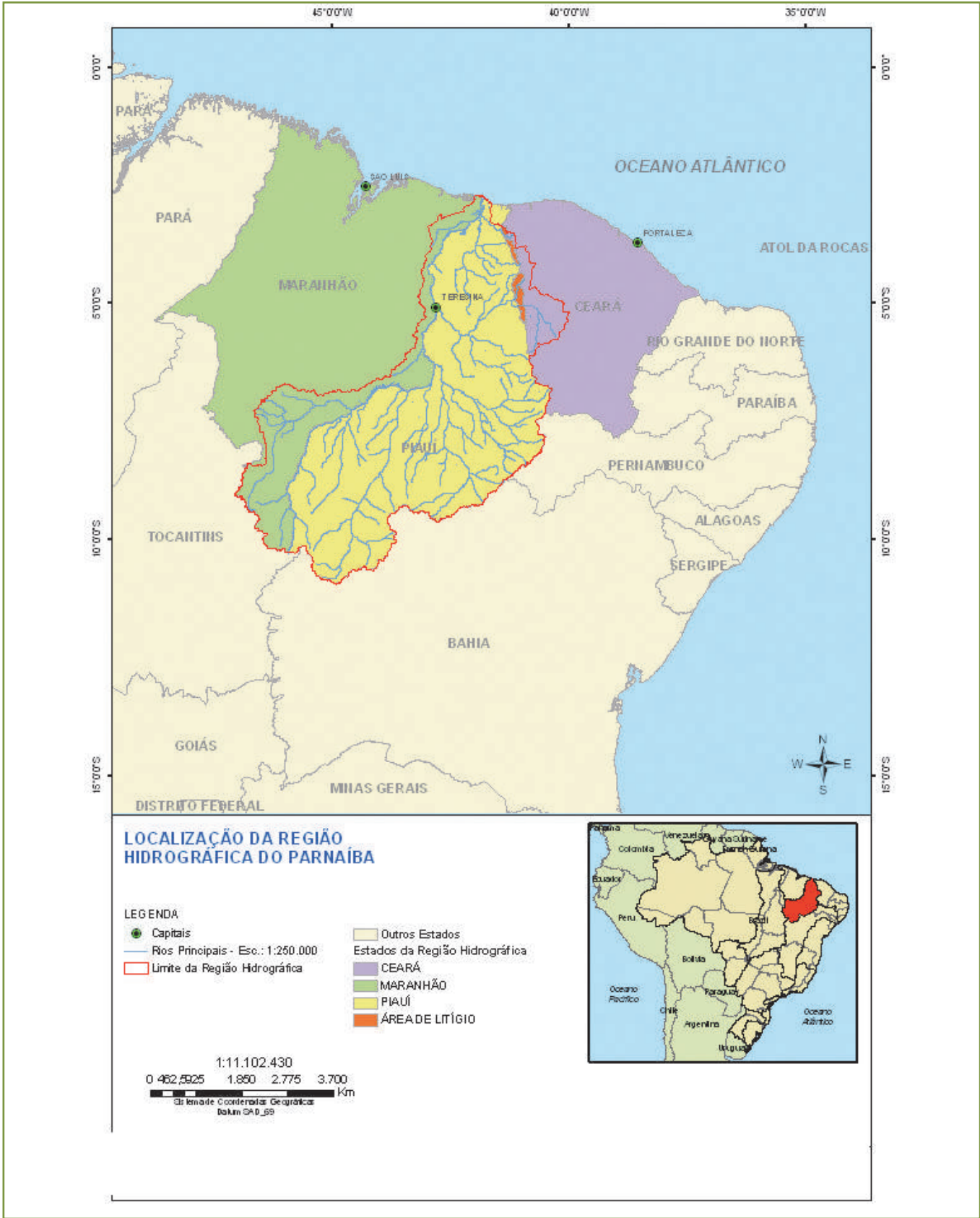
A Região Hidrográfica do Parnaíba configura-se como uma das mais importantes da Região Nordeste do Brasil, sendo ocupada pelos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão (Figura 1), entre as coordenadas 02°21'S e 11°06'S de latitude e 47°21'W e 39°44'W de longitude, ocupando uma área de 331.441 Km<sup>2</sup>, sendo 249.497 Km<sup>2</sup> no Piauí, 65.492 Km<sup>2</sup> no Maranhão, 13.690 Km<sup>2</sup> no Ceará e 2.762 Km<sup>2</sup> de área em litígio entre Piauí e Ceará.

Suas águas atravessam diferentes biomas, como o Cerrado, no Alto Parnaíba, a Caatinga, no Médio e Baixo Parnaíba, e o Costeiro, no Baixo Parnaíba, tornando diferenciadas as características hidrológicas de cada uma destas regiões.

A maior parte do Estado do Piauí (99%) está inserida na Bacia do Parnaíba, sendo que apenas o Município de Luiz Correia não se encontra dentro da Região Hidrográfica. Ao todo são 220 municípios. Os principais centros urbanos são Teresina, com mais de 655 mil habitantes (cerca de 25% da população do Estado); Parnaíba, com 131 mil; Picos, com 65 mil; Piripiri com 60 mil; e Floriano com 53 mil. Quanto aos demais há predominância de cidades com menos de 10 mil habitantes (IBGE, 2003).

O Estado do Maranhão participa com 35 municípios. Os mais populosos são os Municípios de Balsas, com 60.139 habitantes, Timon, com 121.858 habitantes e Caxias, com 10.781 habitantes. O Estado do Ceará tem 20 municípios inseridos na área da Bacia, sendo os mais populosos Crateús, com 70.898 habitantes e Tianguá, com 58.069 habitantes, conforme IBGE (2003).





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 1 - Localização da Região Hidrográfica do Parnaíba

Uma das características da região é o grande contingente populacional vivendo na área litorânea, em especial no centro sub-regional representado pela cidade de Parnaíba. A região possui a única capital fora da área litorânea no Nordeste, a cidade de Teresina, situada às margens do rio Parnaíba. A Figura 2 mostra as características gerais da região apresentando os Municípios com mais de 40 mil habitantes, as cidades relevantes, os povoados e as vilas. Observa-se maior concentração da população próxima aos Municípios de Teresina, Parnaíba e Crateús.

*“As principais atividades econômicas da área estão ligadas a agropecuária, com maior destaque para a agricultura de sequeiro (soja, arroz, feijão, milho, caju, algodão, cana-de-açúcar). A agricultura irrigada ainda não é significativa, apesar do grande potencial para a fruticultura (manga, coco, maracujá e banana).*

*As atividades extrativas vegetais são representadas principalmente pela carnaúba e pelo coco babaçu. Também merece registro a madeira e o carvão. No Piauí, a produção de mel – apicultura – tem se desenvolvido rapidamente e espera-se uma grande expansão associada à cultura do caju.*

*A aqüicultura concentra-se principalmente na região do Delta e a carcinicultura encontra-se em expansão. Entretanto, ainda não existe pesca comercial na Bacia. Quanto à pecuária, as atividades relevantes são a bovinocultura, a caprinocultura e a avicultura. O setor secundário é ainda pouco expressivo, com destaque para a agroindústria de açúcar, álcool e couro. Algumas cidades possuem zonas industriais em fase de expansão, como Teresina, Floriano, Parnaíba e Picos, no Piauí, e Balsas, no Maranhão.”*  
(CODEVASF, 2005)

O setor terciário é o que apresenta maior expressão nos dois Estados. Mais de 60% da população economicamente ativa encontram-se no setor informal da economia.”

A Região Hidrográfica do Parnaíba foi dividida em três grandes Sub-bacias (Figura 3): Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba, que, por sua vez, subdividem-se em sete Sub-bacias, delimitadas segundo a importância dos seus rios principais e características ambientais, conforme PNRH (2005). No Quadro 1 são apresentados os valores percentuais relativos à área de cada Sub-bacia nos estados do Piauí, Maranhão e Ceará.

Quadro 1 - Relação das Sub-bacias principais de nível 1 com os Estados integrantes da Região Hidrográfica do Parnaíba

	Ceará		Maranhão		Piauí		Litígio Ceará/Piauí		Total (Km²)
	(Km²)	%	(Km²)	%	(Km²)	%	(Km²)	%	
Alto Parnaíba	0,0	0,0	49.901,8	15,1	101.728,5	30,7	0,0	0,0	151.630,3
Médio Parnaíba	12.121,2	3,7	6.179,4	1,9	116.735,0	35,2	19.65,2	0,6	137.000,8
Baixo Parnaíba	1.568,9	0,5	9.410,5	2,8	310.33,7	9,4	7.97,3	0,2	42.810,4
Total	13.690,1	4,1	65.491,7	19,8	249.497,2	75,3	2.762,4	0,8	331.441,5

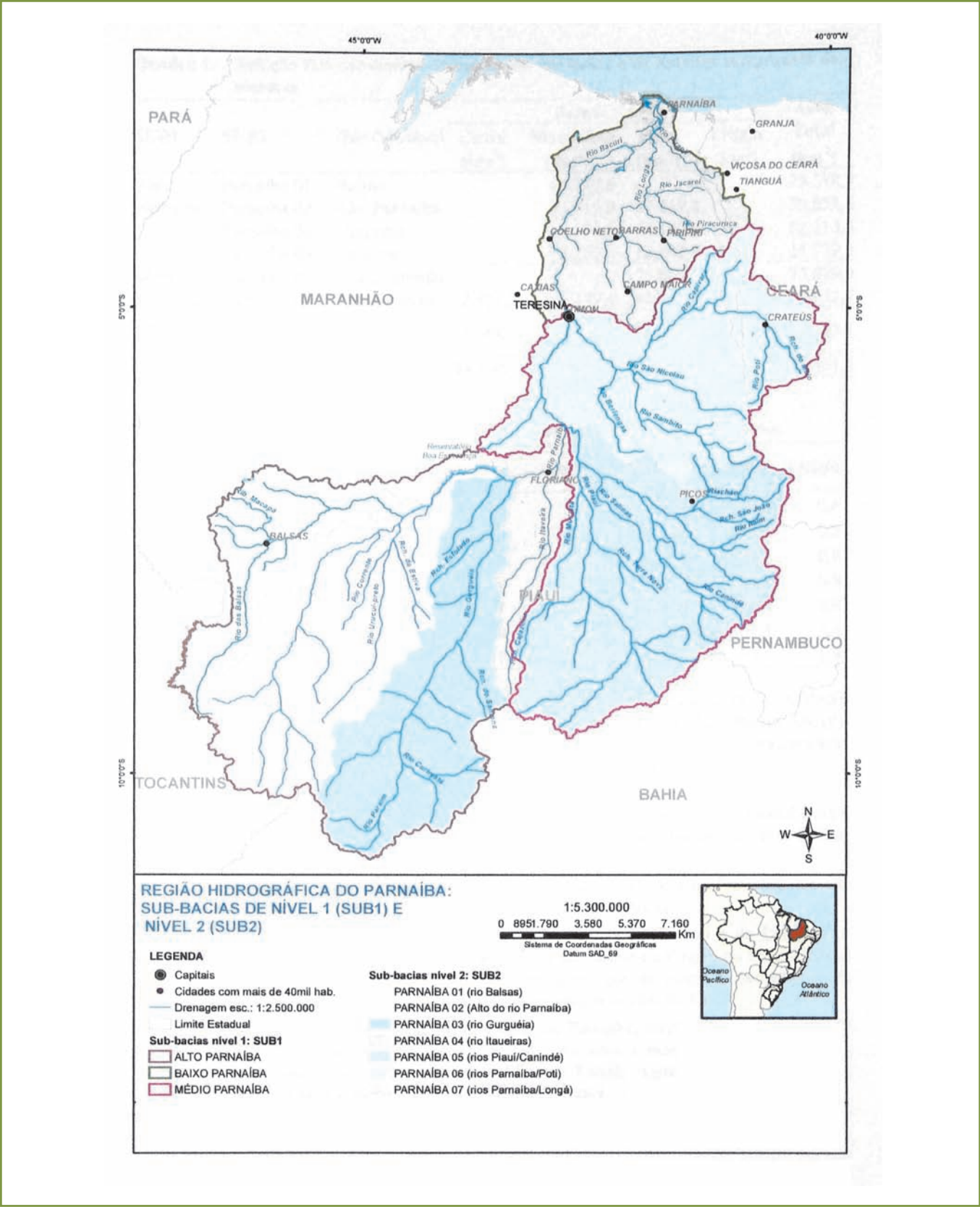
Observa-se que o Estado do Piauí ocupa a maior parte da Bacia, correspondendo a 75,3% de sua área, enquanto que o Maranhão ocupa 19,8% e o Ceará 4,1%. No entanto, é importante também analisar a participação de cada Estado em termos de potencial hídrico das Sub-bacias.

Cada Sub-bacia foi dividida em Bacias menores, conforme mostra o Quadro 2, no qual são mostradas as áreas de cada divisão e os principais rios. O Quadro 3 mostra os valores percentuais de cada Sub-bacia em relação à área dos Estados integrantes da região.



Figura 2 - Caracterização da Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 3 - Divisão hidrográfica do rio Parnaíba em Sub-bacias de nível 1 e nível 2

Quadro 2 - Relação das Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba e os Estados integrantes

Sub 1	Sub 2	Rio Principal	Estado / Área				Área Total
			Ceará	Maranhão	Piauí	Litígio Ceará/Piauí	
			(Km²)	(Km²)	(Km²)	(Km²)	(Km²)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas		25.570,6			25.578,3
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba		21.915,0	37.119,8		59.052,6
	Parnaíba 03	Gurguéia		159,0	52.140,5		52.315,3
	Parnaíba 04	Itaueiras		2.257,2	12.468,3		14.729,9
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé			75.067,2		75.089,9
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	12.121,2	6.179,4	41.667,8	1.965,2	61.951,7
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	1.568,9	9.410,5	31.033,7	797,3	42.823,1
Total			13.690,1	65.491,7	249.497,2	2.762,4	331.441,5

Quadro 3 - Relação percentual das áreas das Sub-bacias em relação aos Estados

Sub-bacias		Área (Km²)	Ceará	Maranhão	Piauí	Litígio Ceará/Piauí
Sub 1	Sub 2					
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.558,09	0,0	100,0	0,0	0,0
	Parnaíba 02	59.003,13	0,0	37,1	62,9	0,0
	Parnaíba 03	52.245,06	0,0	0,3	99,7	0,0
	Parnaíba 04	14.726,59	0,0	15,3	84,7	0,0
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	75.026,44	0,0	0,0	100,0	0,0
	Parnaíba 06	61.940,89	19,6	10,0	67,3	3,2
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.808,31	3,7	22,0	72,5	1,9

A partir do ano 2000 a Bacia do Rio Parnaíba passou a ser área de atuação da Codevasf tendo início um programa intitulado Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba (Planap). A Bacia foi sub-dividida em quatro Macrorregiões, com base em suas características físicas, potencialidades de produção e dinâmica de desenvolvimento:

- **Macrorregião do Cerrado** – abrange a região que vai da nascente do rio Parnaíba até a cidade de Floriano, no Estado do Piauí, incluindo as Sub-bacias dos rios Balsas, Uruçuí Preto, Gurguéia e Mucaitá, na região de Itaueiras;
- **Macrorregião do Semi-árido** – localiza-se no centro

da Bacia do Parnaíba, em sua parte sudeste, onde cor-  
tam os rios Guaribas, Canindé e Oeiras;

- **Macrorregião do Meio Norte** – abrange parte das ba-  
cias do Poti e do Longá. É o epicentro da Bacia do Par-  
naíba, com as cidades de Teresina e Piripiri no Piauí,  
Cratêus no Ceará e Caxias no Maranhão, estratégica no  
que se refere a escoamento da produção e deslocamento  
para os centros mais desenvolvidos do País;
- **Macrorregião do Litoral** – na região da foz do Par-  
naíba, ampliando-se para além da praia, limitando-se  
pelo Piauí em Murici dos Portelas, Caxingó, Caraú-  
bas do Piauí, Cocal e Cocal dos Alves, pelo Maranhão  
em Tutóia, Água Doce do Maranhão e Araioses e pelo  
Ceará com Granja e Viçosa do Ceará.

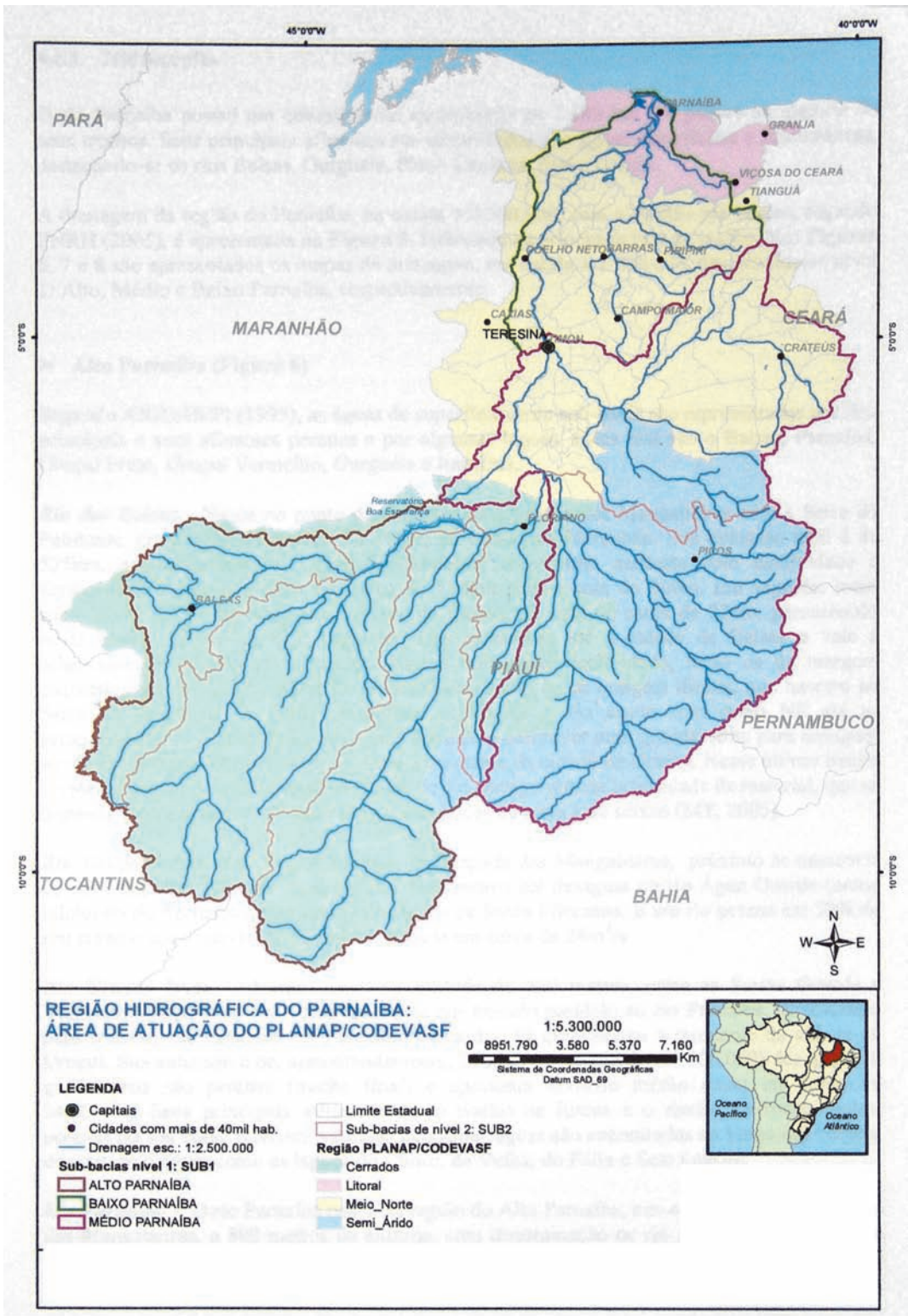
Frente ao planejamento de desenvolvimento da Região Hi-  
drográfica que vem sendo estudado pela Codevasf é necessário

contextualizá-lo dentro do Plano Nacional de Recursos Hídricos  
com a finalidade de integrar as ações relacionadas aos recursos  
hídricos, principalmente com relação aos diversos usos da água  
nas bacias hidrográficas. A Figura 4 mostra a sobreposição das  
divisões territoriais utilizadas pelo Planap e pelo PNRH.

Observa-se que as Sub-bacias do Alto Parnaíba (Parnaíba 01-  
Balsas, Parnaíba 02 – Alto Parnaíba, Parnaíba 03 – Gurguéia e Par-  
naíba 04 – Itaueiras) situam-se quase que totalmente na macror-  
região do Cerrado, enquanto que a Sub-bacia do Médio Parnaíba  
encontra-se inserida nas macrorregiões do Semi-árido e Meio-  
Norte (Parnaíba 05 – Piauí/Canindé fica quase totalmente inserida  
na macrorregião do Semi-árido e Parnaíba 06 – Poti/Parnaíba se  
insere em sua maioria na macrorregião do Meio Norte e uma par-  
te no Semi-árido) e a Sub-bacia do Baixo Parnaíba (Parnaíba 07  
– Rio Longá/Parnaíba) insere-se, em sua maioria, na Macrorregião  
do Meio Norte e Litoral (Quadro 4).

Quadro 4 - Divisão territorial utilizada pelo Planap/Codevasf e as divisões utilizadas pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos para a  
Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacia (Sub 1)	Sub-bacia (Sub 2)	Macrorregião
Alto Parnaíba	Parnaíba 01 – Balsas	Cerrado
	Parnaíba 02 – Alto Parnaíba	Cerrado
	Parnaíba 03 – Itaueiras	Cerrado
	Parnaíba 04 – Gurguéia	Cerrado e Semi-árido
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 – Piauí/Canindé	Semi-árido e Cerrado
	Parnaíba 06 – Poti/Parnaíba	Semi-árido e Meio Norte
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07 – Longá/Parnaíba	Meio Norte e Litoral



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 4 - Divisão da Região Hidrográfica do Parnaíba conforme macrorregiões definidas em Codevasf (2005b) e divisões por Sub-bacias conforme sistema de informação do PNRH (2005)



## Hidrografia

O rio Parnaíba tem a extensão de aproximadamente 1.400Km e é perene na maioria de seus trechos. Seus principais afluentes são alimentados por águas superficiais e subterâneas, destacando-se os rios Balsas, Gurguéia, Piauí, Canindé, Poti e Longá.

A drenagem da região do Parnaíba, na escala 1:2.500.000, com a divisão por bacias, segundo PNRH (2005), é apresentada na Figura 5, indicando os principais rios da região. Nas Figuras 6 e 7 são apresentados os mapas de drenagem, em escala 1:1.000.000, das Sub-bacias nível 1: Alto, Médio e Baixo Parnaíba, respectivamente.

### Alto Parnaíba

Segundo Aridas/PI (1995), as águas de superfície desta Sub-bacia (Figura 6) são representadas por rios principais e seus afluentes perenes e por algumas lagoas. Estes rios são o Balsas, Parnaíba, Uruçuí Preto, Uruçuí Vermelho, Gurguéia e Itaueiras.

**Rio das Balsas** – Nasce no ponto de encontro da Chapada das Mangabeiras com a Serra do Penitente, em altitudes superiores a 700, no Estado do Maranhão. Sua extensão total é de 525Km, aproximadamente. Corre, inicialmente, em rumo nordeste com declividade e sinuosidade fortes, descendo em cerca de 130Km para a cota de 300m. Em seguida, toma rumo norte até as imediações da cidade de Balsas, na cota de cerca de 224m, percorrendo neste trecho 170Km aproximadamente. Das cabeceiras até a cidade de Balsas, o vale é relativamente estreito, os afluentes descem com forte declividade, tanto os da margem esquerda, que provém da Serra do Gado Bravo, como os da margem direita, que nascem na Serra do Penitente. A partir da cidade de Balsas, o rio segue em rumo nordeste até as proximidades da cidade de Loreto, onde começa a percorrer uma grande volta para desaguar no rio Parnaíba, em rumo sudeste, logo à montante da cidade de Uruçuí. Nesse último trecho o vale se alarga. A acentuada declividade do rio carrega grande quantidade de material, que se deposita em determinados locais formando bancos de areia e de seixos (MATO GROSSO, 2005).

**Rio Uruçuí Vermelho** – Nasce ao sopé da Chapada das

Mangabeiras, próximo às nascentes do rio Gurguéia, percorre cerca de 100Km até desaguar no rio Água Quente (nome inicial do rio Parnaíba), à montante da cidade de Santa Filomena. É um rio perene em 50% de seu curso e sua vazão média anual é estimada em cerca de 28m<sup>3</sup>/s

**Rio Uruçuí Preto** – Nasce em uma altitude de 550m, entre as Serras Grande e Vermelha/Uruçuí, e o seu curso apresenta um traçado paralelo ao rio Parnaíba, direcionado para o norte, até desaguar no Parnaíba, cerca de 10Km à montante da cidade de Uruçuí. Sua extensão é de, aproximadamente, 270Km (na escala de 1:1.000.000) dos quais 70Km são perenes (trecho final) e apresenta deflúvio médio anual em torno de 34,20m<sup>3</sup>/s. Seus principais afluentes são o riacho da Estiva e o riacho Corrente, ambos perenes no seu curso inferior. Algumas pequenas lagoas são encontradas ao longo das várzeas dos cursos de água, como as lagoas do Choro, da Velha, do Félix e Sete Lagoas.

**Rio Parnaíba** – O rio Parnaíba nasce na região do Alto Parnaíba, nos contrafortes da Chapada das Mangabeiras, a 800m de altitude, com denominação de rio Água Quente. Limita a Bacia numa extensão aproximada de 560Km e é barrado em Guadalupe, formando o lago de Boa Esperança, com 5,085 bilhões de m<sup>3</sup>, para a geração de energia elétrica. A largura deste rio em Santa Filomena é de 92m com uma profundidade em torno de 2,2m; em Ribeiro Gonçalves ele atinge cerca de 19m de largura e 4,5m de profundidade; e em Guadalupe, a largura chega a 104m, com uma profundidade em torno de 12m.

**Rio Gurguéia** – Nasce no sopé da Chapada das Mangabeiras, no Município de Barreiras do Piauí, e orienta o seu curso para o norte. Drena todo o extremo sul do Estado, captando as águas das vertentes da Chapada das Mangabeiras, no extremo sudoeste, e as águas da Serra da Tabatinga, no trecho fronteiro com o Estado da Bahia. Nessa Serra, a drenagem é feita por meio do seu tributário mais representativo, que é o rio Paraim, que, por sua vez, recebe outros inúmeros tributários. É um rio perene, violento na estação chuvosa que apresenta baixa vazão na estação seca. As cheias médias máximas ocorrem com descarga de 200m<sup>3</sup>/s e descarga média anual em torno de 39m<sup>3</sup>/s. Ao longo do vale do rio foram cadastradas 11 lagoas com expressiva capacidade, destacando a lagoa de Parnaguá e do Peixe, com 74 milhões de m<sup>3</sup> e 11,9 milhões de m<sup>3</sup>, respectivamente.

**Rio Itaueira** – Nasce no Município de Caracol, no sudeste do Estado, junto às elevações da Serra do Bom Jesus do Gurguéia. Tem seu curso orientado para oeste/noroeste e descreve uma trajetória de linha suave ligeiramente arqueada. Apresenta um curso de, aproximadamente, 290Km e deságua no rio Parnaíba cerca de 13Km à jusante da cidade de Floriano. É um rio de caráter intermitente, barrado no Município de Flores pela Barragem de Poços, com 30 milhões de m<sup>3</sup>. Seus principais tributários são os rios Salinas, Uica, Papagaio e Paracati.

### **Médio Parnaíba**

Esta Sub-bacia (Figura 7) compreende os rios Canindé/Piauí e o rio Poti, que desembocam no rio Parnaíba. O Canindé/Piauí próximo à cidade de Regeneração e o Poti no Município de Teresina.

Segundo Aridas/PI (1995, p. 33), a Sub-bacia do rio Canindé/Piauí é uma das mais complexas em termos de recursos hídricos, por uma série de fatores:

- Os solos são originários de rochas sedimentares e rochas do cristalino;
- A vegetação se desenvolve sob diferentes condições de clima, e áreas marcadas por severas variações de chuvas, temporal e espacial;
- Regime de intermitência dos rios;
- Dificuldades de obtenção de água para parte da população rural durante o período seco;
- Dificuldade de captação de água subterrânea no cristalino, em volume e em qualidade.

Ainda segundo Aridas/PI (1995, p.35), os rios mais importantes são: Piauí, Canindé, que recebe o rio Piauí; Fidalgo, afluente do Piauí; e Itaim, que recebe o Guaribas, ambos afluentes do Canindé. Esse conjunto de rios tem como afluentes uma bem tecida rede de cursos de água menores e drenam intensamente a parte mais genuína do Semi-árido, e conduz toda a água para o rio Parnaíba, por meio do coletor final que é o rio Canindé. Uma característica comum a todos os rios da Sub-bacia é o caráter de intermitência, pois todos têm suas nascentes situadas no Semi-árido e sobre o cristalino. Uma exceção é feita ao rio Guaribas, no trecho médio a partir da Barragem Bocaina, onde é mantido um filete de água corrente originada da barragem e que se destina a

manter os cultivos de alho feitos no leito daquele rio, a partir de maio/junho. A seguir se faz uma descrição dos principais rios da Sub-bacia do Canindé/Piauí.

**Rio Piauí** – Têm suas nascentes definidas no sudeste piauiense, junto à fronteira com o Estado da Bahia, no sopé das Seras das Confusões e Bom Jesus do Gurguéia, no Município de Caracol. No seu alto curso tangencia as sedes municipais de Anísio de Abreu e São Raimundo Nonato, recebe, em seguida, o rio São Lourenço e segue para noroeste até desembocar no rio Canindé, já nas proximidades do rio Parnaíba, após percorrer cerca de 380Km. No seu trajeto, atravessa cerca de 17 Municípios e alimenta algumas lagoas importantes, como as de Nazaré, Quartel e Jenipapo. É um rio torrencial e seco e tem como tributários principais os rios São Lourenço, Itacoatiara, Fidalgo, Caché, Fundo e Mucaitá.

**Rio Canindé** – Nasce no Município de Paulistana, sudeste do Estado, na fronteira com o Estado de Pernambuco, ao sopé do prolongamento da Serra dos Dois Irmãos. Apresenta curso orientado para noroeste e no trajeto corta cerca de 31 Municípios. É um rio torrencial que seca nos meses sem chuva e, segundo “Recursos Hídricos – Parte A – Diagnóstico” (*apud* ARIDAS/PIAUI, 1995), tem-se o Canindé como perene a partir do Município de Francisco Aires, com deflúvio mínimo de 10m<sup>3</sup>/s e sua extensão é de, aproximadamente, 350Km.

**Rio Itaim** – Nasce, também, no Município de Paulistana, ao sopé da Chapada do Araripe, fronteira com o Estado de Pernambuco. Suas nascentes estão situadas a pouco mais de 12Km das nascentes do rio Canindé e correm paralelos até se encontrarem a cerca de 190Km abaixo. Drena uma região muito seca do Semi-árido, entretanto oferece pequeno fluxo de água ao rio Canindé, mesmo na estação seca.

**Rio Fidalgo** – Nasce no Município de São João do Piauí, corre para noroeste e conflui com o rio Piauí, no Município de São José do Peixe, após atravessar a lagoa do Riacho. Alimenta cerca de 12 lagoas, quase todas temporárias. Sua extensão é de, aproximadamente, 150Km.

**Rio Guaribas** – Nasce no Município de Pio IX e corre no sentido sudoeste até o limite sudoeste do Município de Picos, após o que deflete para oeste e se reúne ao rio Itaim. O seu curso total é de, aproximadamente, 160Km. Trata-se de um rio caudaloso no período chuvoso que inunda toda a sua planície

aluvial sendo, atualmente, controlado pela Barragem Bocaina. Seus afluentes mais importantes são o rio Marçal e o riacho São João, pela margem esquerda, e os riachos Bananeiras e dos Macacos, pela margem direita.

**Rio Poti** – Nasce no Estado do Ceará, no Município Novo Oriente, corre inicialmente, para norte e após percorrer 100Km, recebendo inúmeros tributários menores, segue para oeste e penetra no Estado do Piauí, através do *canyon* que corta a Chapada da Ibiapaba, no Município de Castelo do Piauí. Nesse trecho e até as proximidades da cidade de Castelo corta terrenos rochosos e apresenta pouca largura. Após transpor a Chapada, toma rumo sul por aproximadamente 50Km e em seguida dirige o curso para sudoeste e suavemente define um arco cuja curvatura maior se acentua junto à cidade de Prata do Piauí. Daí ele se volta lentamente para noroeste até atingir a capital do Estado e penetrar no rio Parnaíba.

Os tributários mais importantes são os rios Sambito, Berlengas, São Nicolau e Cais pela margem esquerda e os rios Capivara e Canudos pela margem direita. A maioria dos rios e riachos tem suas nascentes no Semi-árido, quase sempre apresentando caráter de torrencialidade e intermitência. Essa torrencialidade está associada ao regime das chuvas e a eventual abundância com que caem. À semelhança dos seus tributários, o rio Poti é um rio que depende das chuvas, portanto suas águas evoluem conforme o desenrolar da estação chuvosa, como costuma acontecer com os rios do Semi-árido.

**Rio Sambito** – Nasce no Município de Pimenteiras, no sopé da Serra das Almas, e tem o curso orientado para noroeste. Recebe o riacho São Vicente e desemboca no rio Poti após receber o rio São Nicolau, próximo à cidade de Prata do Piauí. Trata-se de um rio caudaloso na estação chuvosa, dependente do regime das chuvas. Seca quase que inteiramente a partir de junho.

**Rio Berlengas** – tem suas nascentes drenando os Municípios de Novo Oriente do Piauí e Várzea Grande. Orienta o curso no sentido do oeste para, após a cidade de Várzea Grande, seguir para noroeste e, finalmente, para norte, até confluir com o rio Poti, cerca de 12Km à jusante da cidade

de Prata do Piauí.

**Rio São Nicolau** – Nasce no Município de São Miguel do Tapuio e percorre cerca de 150Km antes de confluir com o rio Sambito, no Município de São Félix do Piauí. É intermitente. Apresenta o curso inicialmente orientado para oeste, depois para sul por 40Km, e, em seguida, corre para oeste até encontrar o rio Sambito.

### **Baixo Parnaíba**

Esta Sub-bacia (Figura 8) é composta, principalmente, pelos rios Longá, o próprio rio Parnaíba e uma série de pequenos riachos que desembocam no Parnaíba, além do delta do rio Parnaíba. Em Aridas/PI (1995) tem-se a descrição dos principais rios desta Sub-bacia, transcritas a seguir:

**Rio Longá** – As nascentes do rio Longá estão situadas no Município de Alto Longá e recebem contribuições oriundas dos Municípios de Altos e Campo Maior. Orienta inicialmente o curso para noroeste, em seguida para norte, até tangenciar a cidade de Esperantina, na qual segue para leste num percurso de 30Km, após o que toma rumo norte. Nos municípios de Joaquim Pires e Buriti dos Lopes ele apresenta muitos meandros e desemboca no rio Parnaíba, após percorrer cerca de 250Km. Trata-se de um rio perene no médio e baixo curso e alimenta inúmeras lagoas de pequeno porte. Seus principais afluentes, são, pela margem esquerda, os rios Surubim e Maratoan; pela margem direita, os rios Jenipapo, Corrente, dos Matos, Caldeirão, (barrado no Município de Piripiri, forma um corpo de água de 54,6 milhões de m<sup>3</sup>), e o rio Piracuruca, barrado no Município do mesmo nome formando um lago de 250 milhões de m<sup>3</sup>.

São registradas importantes lagoas ao lado de outras menores ao longo do rio Longá e de alguns tributários, destacando-se a Lagoa do Angelim e Lagoa da Mata, ambas em Buriti dos Lopes, com 11,5 milhões de m<sup>3</sup> e 39 milhões de m<sup>3</sup> cúbicos, respectivamente.

**Rio Parnaíba (trecho entre Teresina e Buriti dos Lopes)** – Compreende uma faixa de terra paralela ao rio Parnaíba, que se inicia na altura de Teresina, no limite com a Sub-bacia Poti, e se estende até a confluência da Sub-bacia Longá, próximo ao rio Longá, no Município de Buriti dos Lopes. Abrange, em

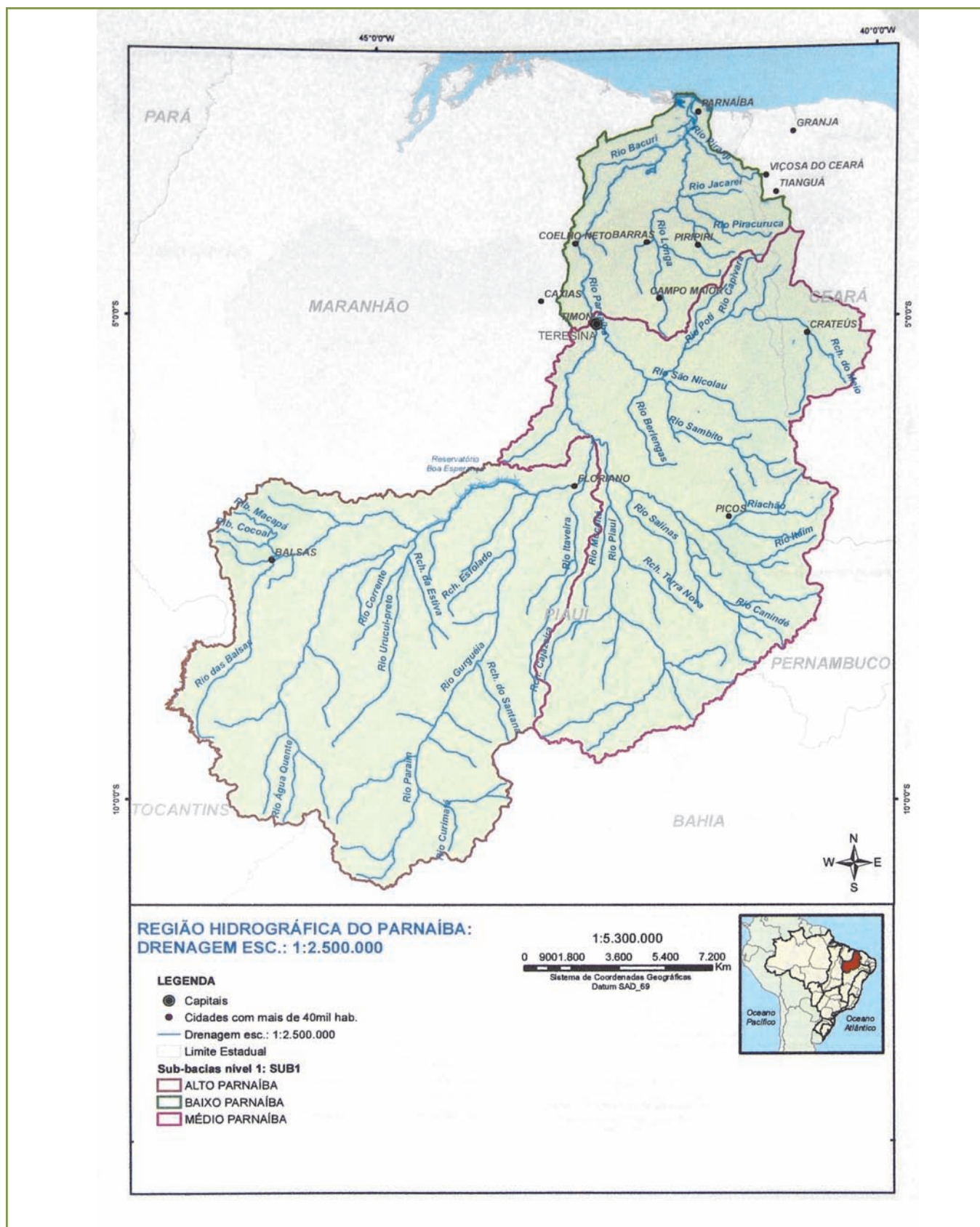
particular, os pequenos cursos de água que, desde Teresina, desembocam diretamente no rio Parnaíba, sem a intermediação de nenhum outro tributário mais importante, destacando-se o rio Buriti, no Estado do Maranhão. Não há, portanto, nenhum curso de água de maior importância nesta Sub-bacia, exceto o próprio rio Parnaíba que no trecho apresenta a sua maior largura.

Entre Teresina e a foz do Longá (e até o Delta) o rio Parnaíba se comporta como um efetivo rio de planície, com declividade muito baixa (até 50cm/Km) na estação seca e reduzido perfil batimétrico. As águas apresentam baixa velocidade e em alguns trechos, com extensa largura. São notórias as ocorrências de grandes bancos de areia em seu leito, depositados pelas próprias águas.

Nesta Sub-bacia concentra-se uma grande quantidade de lagoas perenes, formadas na área de domínio do rio ou nos trechos abaciados alimentados por riachos que desembocam no Parnaíba. As mais importantes dessas lagoas, em volume de água, portanto pelo significado que desempenha junto à população, são a Lagoa da Salinas, Lagoa de Campo Largo e Lagoa da Estiva, com 13,3 milhões, 12,95 milhões e 17,6 milhões de m<sup>3</sup>, respectivamente.

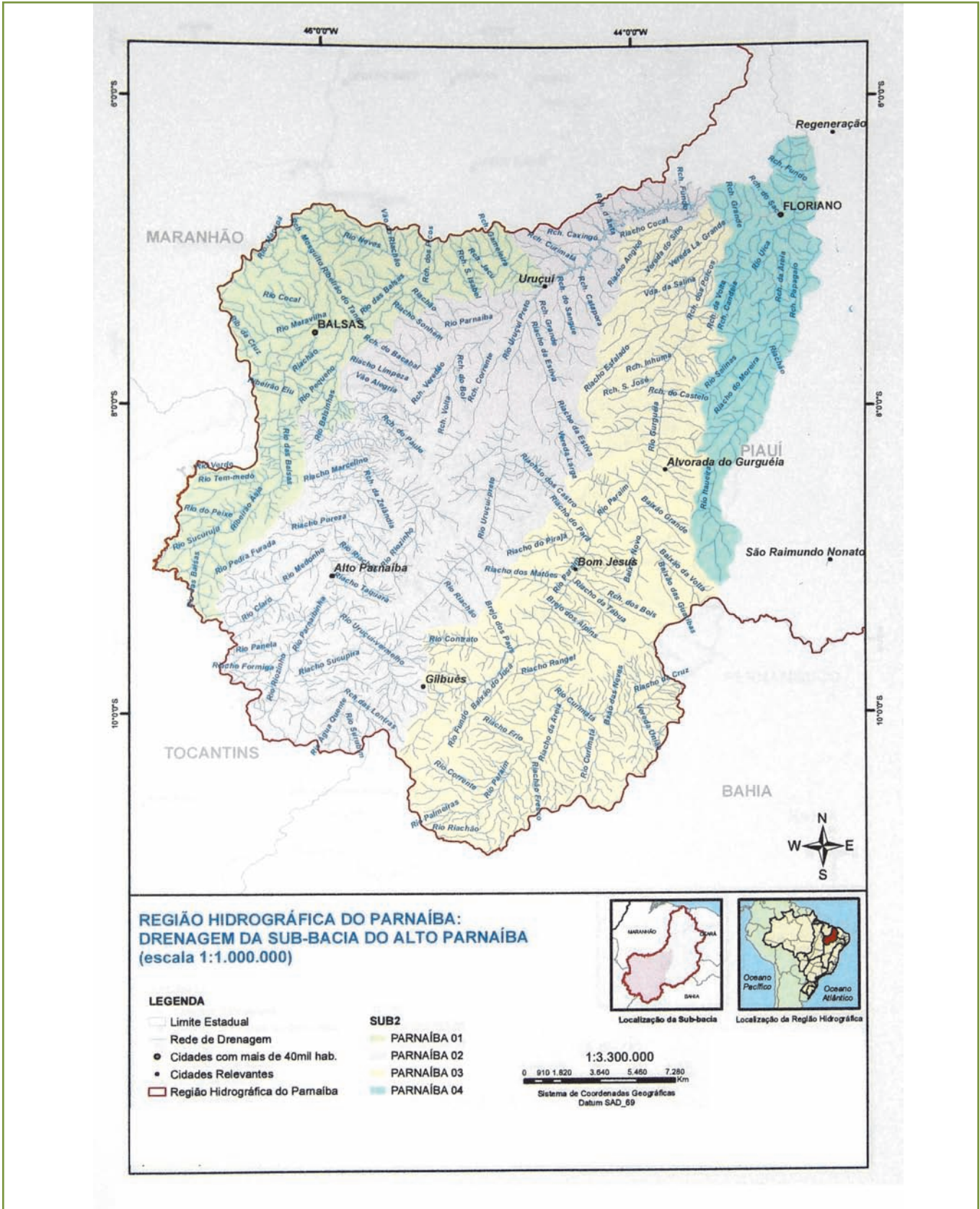
Na faixa litorânea do Baixo Parnaíba, os cursos de água se apresentam perenes pela própria influência marítima, e essa influência faz com que as águas sejam salobras. Os rios mais importantes são o Igarassú, que margeia a cidade de Parnaíba, o Camurupim, Timonha, e o Utatuba, este último na fronteira com o vizinho Estado do Ceará. Na orla litorânea, destacam-se algumas lagoas: Mutucas, Portinho, Santana, São Bento e Alagadiço. Duas áreas mostram especial fragilidade na Sub-bacia: as dunas e os manguezais. As dunas paralelas ao mar formam um cordão de areia ao longo da costa, quase todas móveis, portanto, pouco estáveis. A especulação imobiliária põe em risco sua estabilização ao eliminar a vegetação que as sustenta, expondo-as totalmente às forças dos ventos. A segunda área frágil compreende o manguezal que sofre pressões de projetos para desenvolvimento da carcinocultura de exportação, com prejuízos para a fauna e flora.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

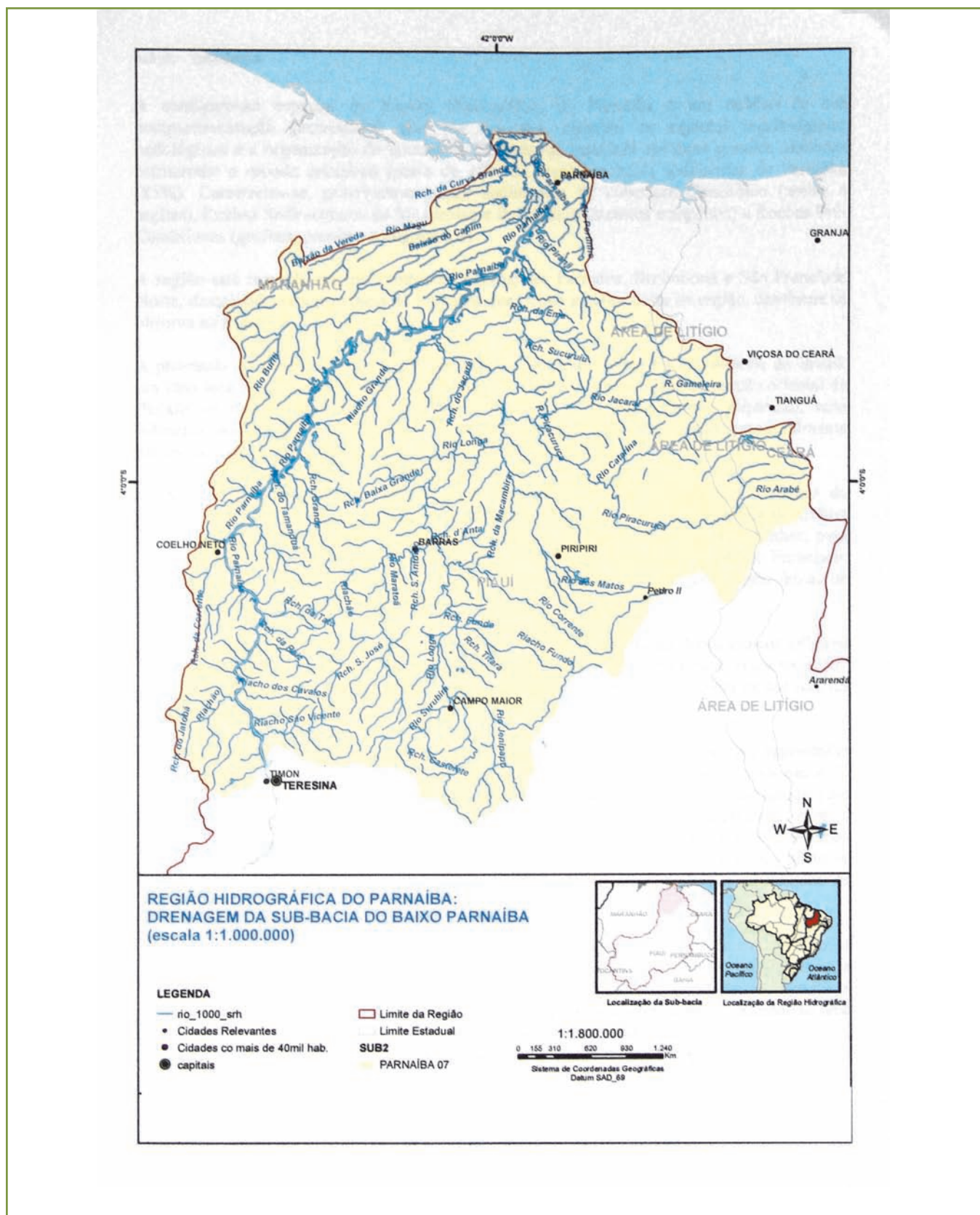
Figura 5 - Drenagem (escala 1:2.500.000) da Região Hidrográfica do Parnaíba, com divisões em Bacias nível 1



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 6 - Drenagem, em escala 1:1.000.000, da Sub-bacia do Alto Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

## Geologia

A configuração espacial da Região Hidrográfica do Parnaíba é um reflexo de sua compartimentação geotectônica que, por sua vez, controla os aspectos morfológicos, pedológicos e a organização da drenagem. A Região encontra-se instalada em duas grandes unidades estruturais: o escudo cristalino (cerca de 15% da área) e a Bacia sedimentar do Parnaíba (85%). Caracteriza-se, principalmente, por sedimentos de cobertura Cenozóico (areias e argilas), Rochas Sedimentares do Mesozóico e Paleozóico (arenitos e argilitos) e Rochas Pré-Cambrianas (gnaises, granitos e migmatitos).

A região está inserida em três províncias geológicas: Parnaíba, Borborema e São Francisco Norte, destacando-se a província do Parnaíba que ocupa a maior parte da região, conforme se observa na Figura 8.

A província do Parnaíba ocupa parte das regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste do Brasil, em uma área de aproximadamente 600 mil Km<sup>2</sup> e encontra-se instalada na porção oriental da Plataforma Sul-Americana, definida por Almeida (1977). Possui forma elipsoidal, com diâmetro maior orientado segundo a direção nordeste-sudoeste, sendo estruturalmente assimétrica em direção ao eixo principal (CPRM, 2005).

Bordejando as suas porções nordeste, leste, sudeste e sudoeste encontram-se rochas do Proterozóico e do Arqueano, constituindo maciços medianos. A oeste é separada do Cráton Amazônico pela Geoestrutura Tocantins-Araguaia; ao norte, da Bacia de Barreirinhas, pelo Arco Ferrer-Urbano Santos e, ao sul da Bacia de São Francisco pelo Arco de São Francisco. Esses arcos são constituídos de metamorfitos de baixo a médio grau, compondo faixas de dobramentos do Proterozóico Médio-Superior.

A coluna sedimentar da Bacia pode ser dividida em cinco seqüências deposicionais (Figura 9) denominadas de seqüências siluriana, devoniana, permo-carbonífera, jurássica e cretácica, separadas por discordâncias regionais e correlacionáveis a eventos de natureza global (GÓES *et al.*, 1994 *apud* CPRM, 2005).

As formações clásticas do Grupo Serra Grande (formações Ipu, Tianguá e Jaicós), depositadas sob condições fluviodeltaicas à marinha rasa, marcaram o início da deposição

na Bacia. O final da deposição deste grupo é marcado por uma discordância erosiva, ocasionada pelo soerguimento da região, causada pela Orogênese Caledoniana, provavelmente entre o Siluriano e o Devoniano. A deposição do Grupo Canindé (formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti) foi o evento seguinte, e indica nova fase de subsidência, tendo se desenvolvido pela alternância de episódios transgressivos e regressivos, refletindo as oscilações do nível do mar (CPRM, 2005).

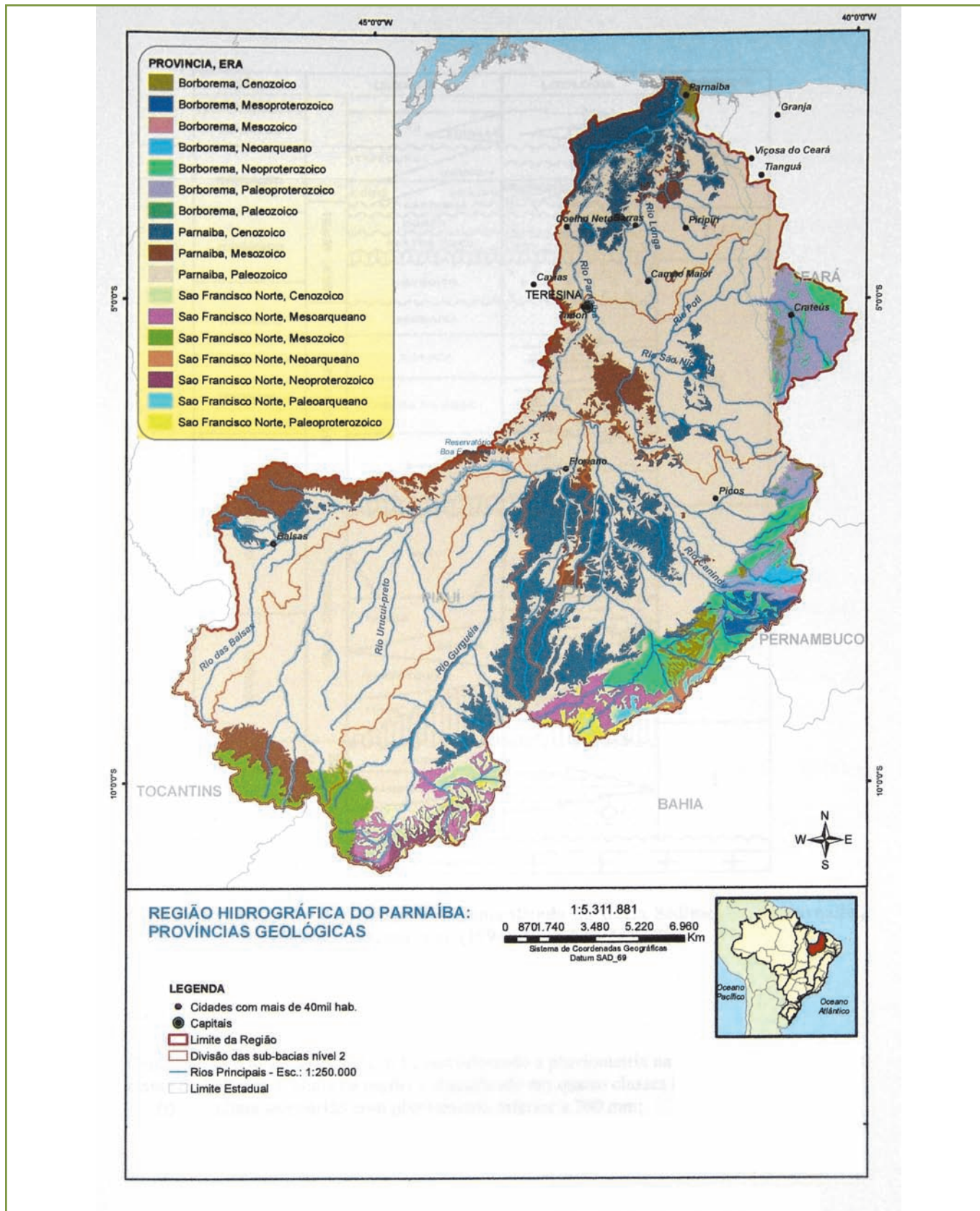
A distribuição dos constituintes dessas seqüências evidencia a influência de feições preexistentes (grabens e lineamentos) no processo deposicional. No final do Mississipiano, a região passou por novo soerguimento epirogenético, que, associado a mudanças climáticas profundas, nas quais imperavam climas quente e úmido, expôs totalmente a Bacia, originando uma ampla discordância de caráter regional e a perda da identidade marinha. No Carbonífero Médio, a Bacia sofreu fraca inversão, depositando-se os clásticos do Grupo Balsas (formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba), (CPRM, 2005).

A província de Borborema, como um todo, cobre uma superfície superior a 380 mil Km<sup>2</sup> da Região Nordeste do Brasil e exibe um quadro composto por conjuntos de intrincada evolução geológica em tempos arqueanos-proterozóicos. Extensas zonas de cisalhamento dividem a província em diversos blocos (domínios) orogênicos, caracterizados por associações litológicas e evolução tectono-metamórfica específicas (CABY *et al.*, 1991 *apud* CPRM, 2005a).

Esse regime, de caráter predominantemente transcorrente, é responsável por seu atual arcabouço regional, produto da justaposição de blocos e/ou faixas de diferentes graus metamórficos e, muitos deles, com história evolutiva característica, distinta da dos blocos adjacentes. A sua região de abrangência tem sido, nas últimas décadas, palco de inúmeros trabalhos de cunho geológico, geotectônico e geocronológico; infelizmente ainda insuficientes para solucionar os diversos problemas inerentes à sua história evolutiva (CPRM, 2005a).

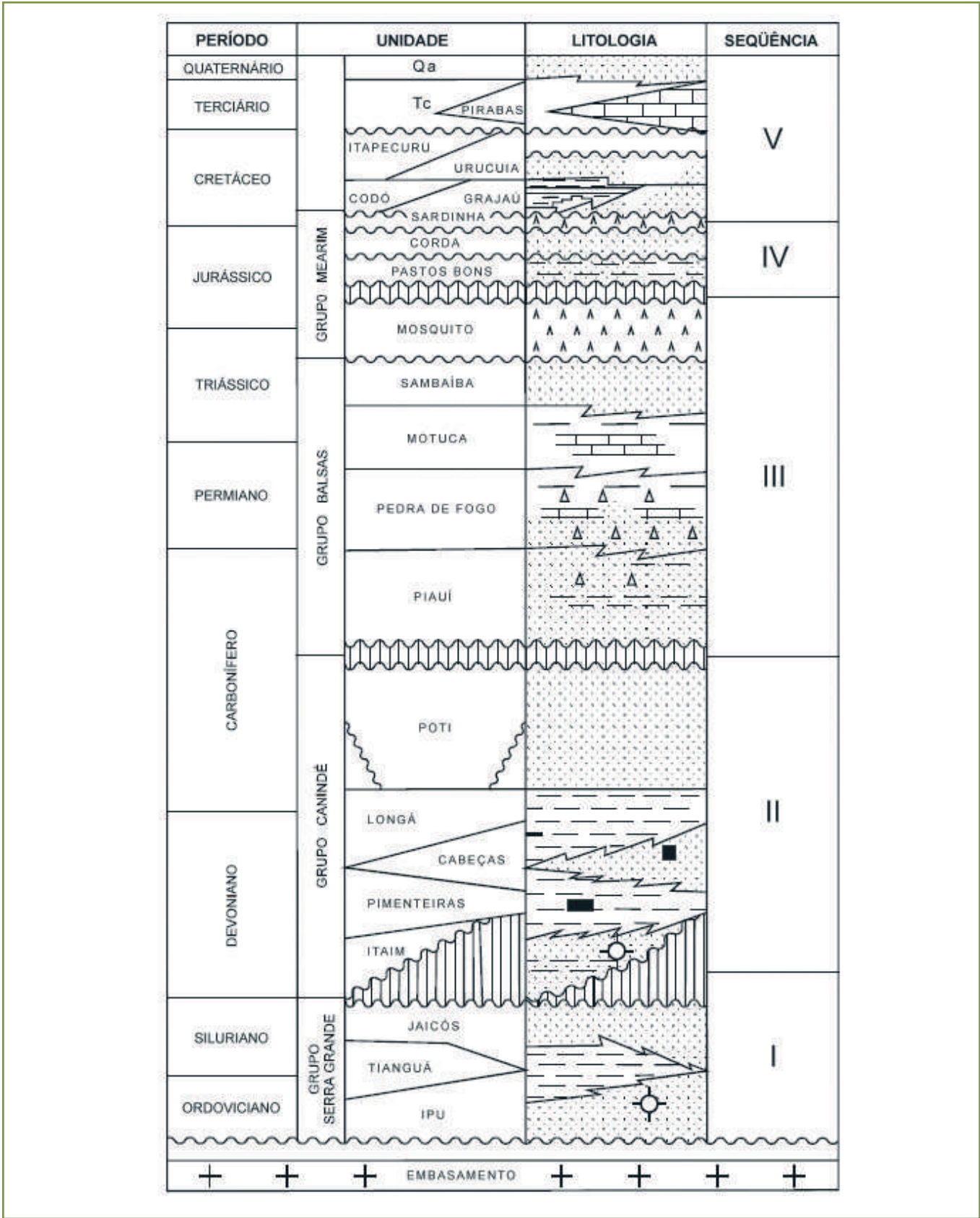
A Bacia Sanfranciscana (BARCELOS e SUGUIO, 1980), de idade cretácea, abrange extensos chapadões que se projetam pelos Estados: Bahia, Piauí, Minas Gerais, Goiás e Tocantins (CPRM, 2005b). Na Região Hidrográfica do Parnaíba, essa Bacia está representada pelas formações Areado e Urucaia.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 8 - Características geológicas da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Góes et al. (1994), apud CPRM (2005)

Figura 9 - Coluna litoestratigráfica generalizada da Bacia Sedimentar do Parnaíba



## Clima

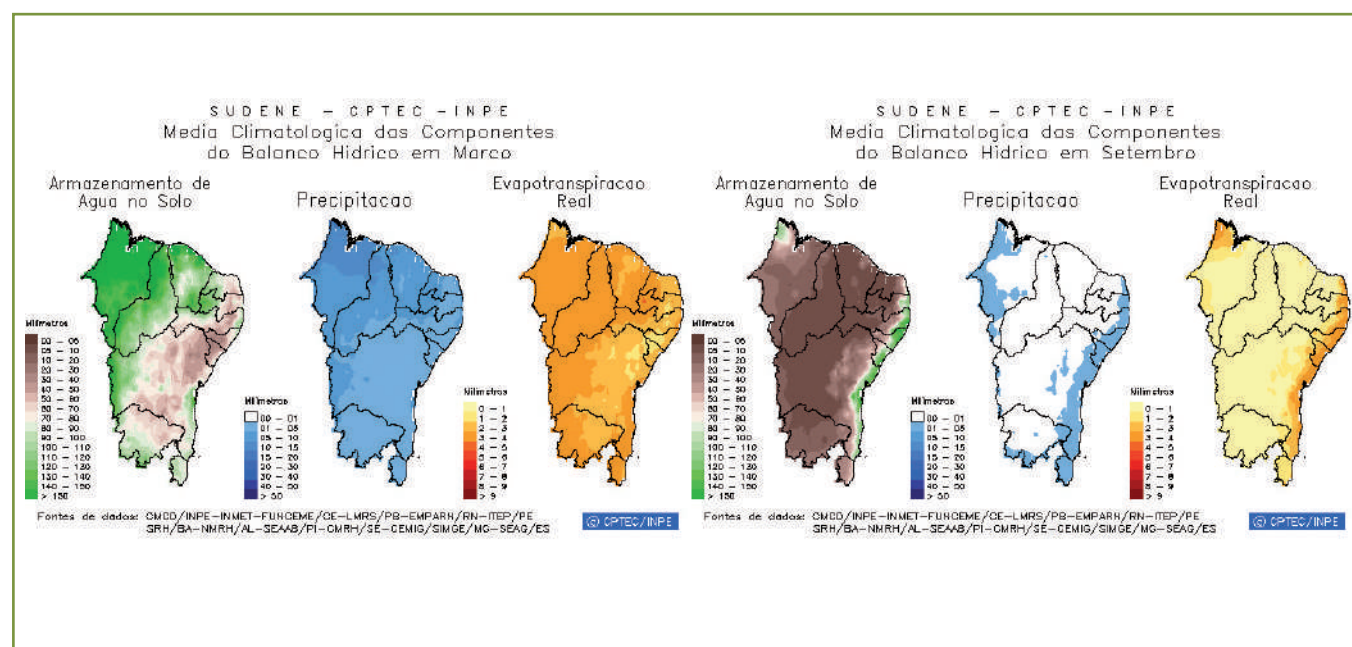
Conforme Codevasf (2005a, p.5), considerando a pluviometria na região, com intervalo de classe de 300mm, o clima na região é classificado em quatro classes diferenciadas:

- clima semi-árido com pluviometria inferior a 700mm;
- clima semi-árido a sub-úmido com pluviometria entre 1.000 a 1.300mm;
- clima sub-úmido a úmido com pluviometria entre 1.300 a 1.500mm; e
- clima úmido com pluviometria superior a 1.500mm.

De acordo com MMA (2003, p.170), a temperatura média da região é de 27°C, a precipitação anual média é de 1.726 mm/ano e a evapotranspiração anual média é de

1.517mm/ano. Vale ressaltar que a região do Parnaíba, na nascente dos rios Parnaíba e Gurgueia, ao sul do Estado do Piauí, apresenta um dos valores mais baixos de umidade relativa do ar e um dos maiores valores de evapotranspiração, 57% e 3.000mm/ano, respectivamente.

Para exemplificar a distribuição irregular das precipitações e o *deficit* hídrico na região apresenta-se na Figura 10 valores médios de precipitação e evapotranspiração para o período de 1971 a 1990 nos meses de setembro (mais seco) e março (mais úmido). Observa-se a quase ausência de água no solo no período seco, enquanto que no período úmido, encontram-se valores superiores a 80mm de água, evidenciando a importância da sazonalidade das precipitações na região e das altas taxas de evapotranspiração.



Fonte: PROCLIMA/CPTEC/INPE (<http://www.cptec.inpe.br/proclima>)

Figura 10 - Balanço Hídrico para a Região Nordeste do Brasil

Segundo MMA (2003, p. 169), a classificação climática de Köppen para a região é dividida em três tipos:

- O megatérmico chuvoso (variação  $AW'$ ), ou seja, quente e úmido, com chuvas entre fevereiro e maio e com temperaturas mais baixas nos meses de março e abril, ocorrendo na região litorânea e no baixo Parnaíba;
- O Semi-árido (variedade BS) caracterizado por tem-

peraturas elevadas e estáveis, superiores a 18°C, baixas precipitações médias anuais com distribuição irregular durante o ano, correspondendo às áreas de caatinga hiperxerófitas; e

- Uma variedade do clima  $AW'$ , o  $BSwh'$ , que é do tipo semi-árido e se caracteriza por possuir uma curta estação chuvosa no verão e atuação no sudeste da Região Hidrográfica.

Os sistemas climáticos que atuam na região, responsáveis pela ocorrência das precipitações pluviométricas, são a Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT) e as Linhas de Instabilidade Tropical (LIT) provenientes da Amazônia Oriental. O “El Niño” e “La Niña” são fenômenos que ocorrem com frequência e com intensidades variáveis influenciando as condições de clima na Região Nordeste, diminuindo ou aumentando os totais de chuva, respectivamente. Nas últimas décadas vêm se observando um aumento da frequência de ocorrência destes fenômenos.

### Relevo e geomorfologia

O relevo da Bacia é definido pela estrutura geológica, com vales inseridos entre chapadas e chapadões (tabuleiros) e com altitude inferiores a 1.300m. A Região Hidrográfica do Parnaíba tem como divisor de águas no limite sul a Serra da Tabatinga, que a separa da Região Hidrográfica do São Francisco. No limite sudoeste faz fronteira com a Bacia do Tocantins e os seus divisores a leste (Serra Grande) e a Oeste (Serra das Alpercatas) a separam de outras unidades hidrográficas da vertente Nordeste. Na Figura 11 é apresentado um mapa de relevo da Sub-bacia do Parnaíba.

Segundo FGV (1998), as superfícies litorâneas são constituídas por terraços de 2 a 7 metros acima do nível do mar, onde se encontram restingas arenosas intercaladas por vales fluviais, com várzeas, de largura variada, dominada por solos aluviais argilosos e turfosos. A este terreno segue-se uma superfície aplainada, chamada de tabuleiros, principalmente quando o clima semi-árido chega até o litoral.

Sobre o cristalino apresentam-se seqüências sedimentares sob a forma de chapadas, com o topo tabular, escarpa bem inclinada em uma face e inclinação suave na outra, formando “cuestas”, destacando-se a chapada do Araripe, entre o Ceará e Pernambuco (FGV, 1998).

A Bacia Sedimentar do Meio Norte, que compreende o Maranhão e o Piauí, apresenta uma inclinação para o centro, que não coincide com a calha do rio Parnaíba e se eleva gradativamente para as regiões circunvizinhas, formando uma sucessão de “cuestas” que têm as escarpas voltadas para fora da Bacia e as inclinações suaves na direção do

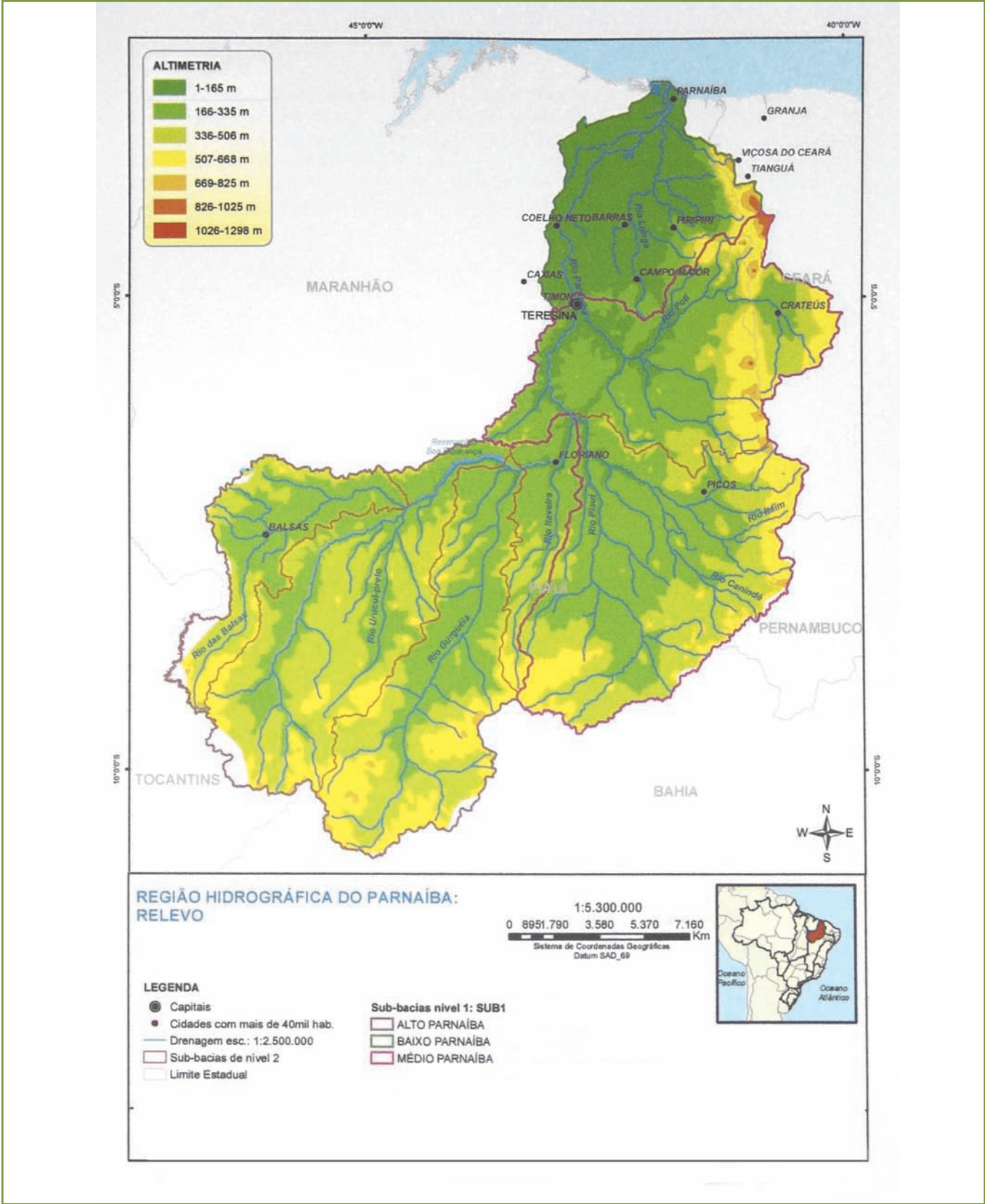
centro da mesma. Entre Fortaleza e Teresina, observa-se uma grande escarpa que após atravessar o vale do rio Acaraú, forma uma encosta suave em direção às margens do rio Parnaíba (FGV, 1998).

Na margem oeste do rio Parnaíba, no Estado do Maranhão, observam-se chapadas isoladas com pequenas “cuestas” esculpidas em rochas areníticas do Cretáceo, enquanto na porção sul ocorre em rochas intrusivas. Entre estas chapadas destacam-se a das Mangabeiras e as chamadas impropriamente de “serras” do Penitente das Alpercatas, Negra, do Gurupi e de Piracambu (FGV, 1998).

Além destas formas do relevo salientam-se, ainda, as depressões periféricas que se formam geralmente entre as formações sedimentares e cristalinas, face à intensificação da erosão nessas áreas. As de maior importância, estão localizadas próximas ao Maciço da Borborema, à Chapada do Araripe, à “Cuesta” da Ibiapaba e aos Maciços Cristalinos do Ceará (FGV, 1998).

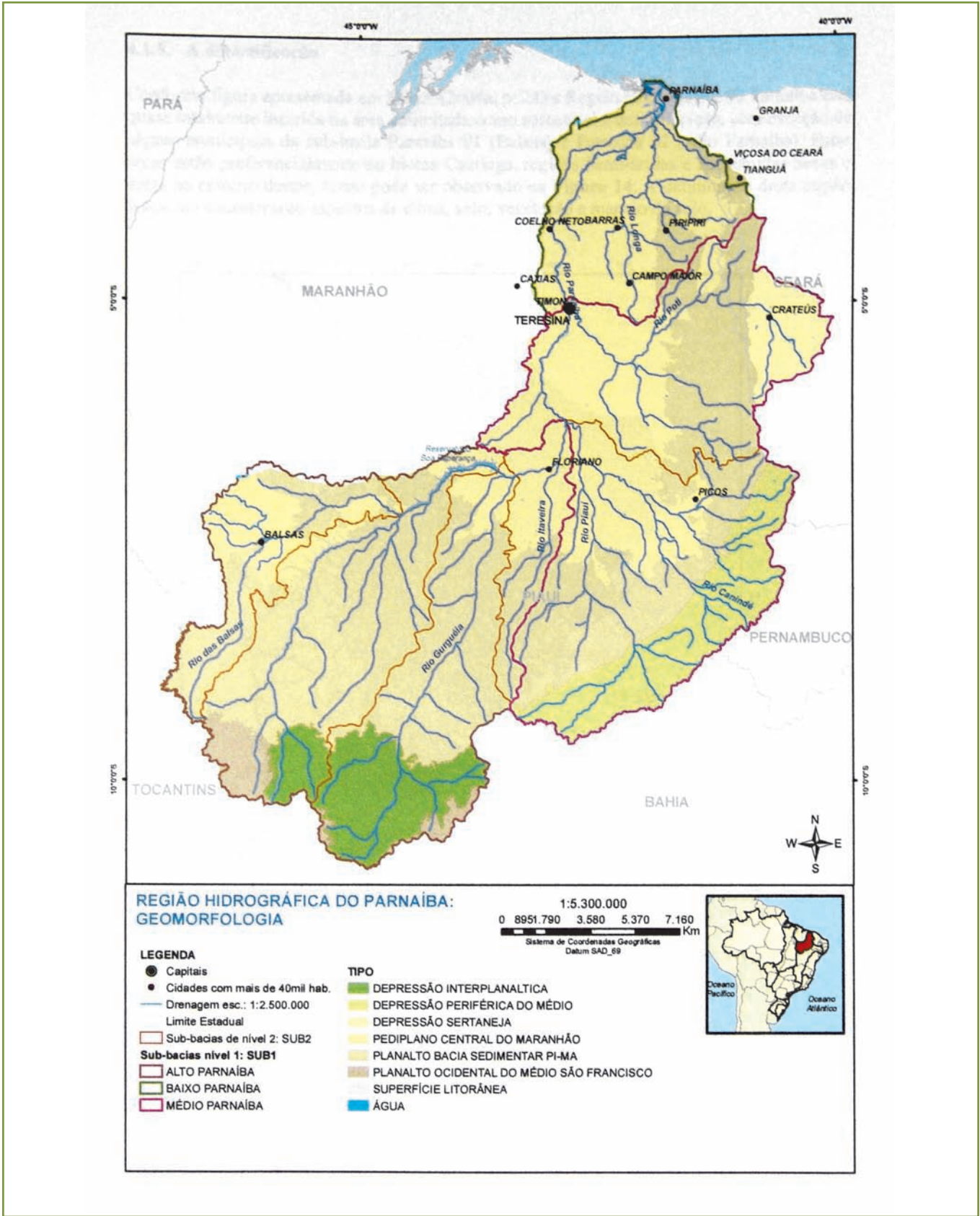
Na Figura 12 observam-se as unidades morfológicas da Região Hidrográfica do Parnaíba.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 11 - Relevo da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

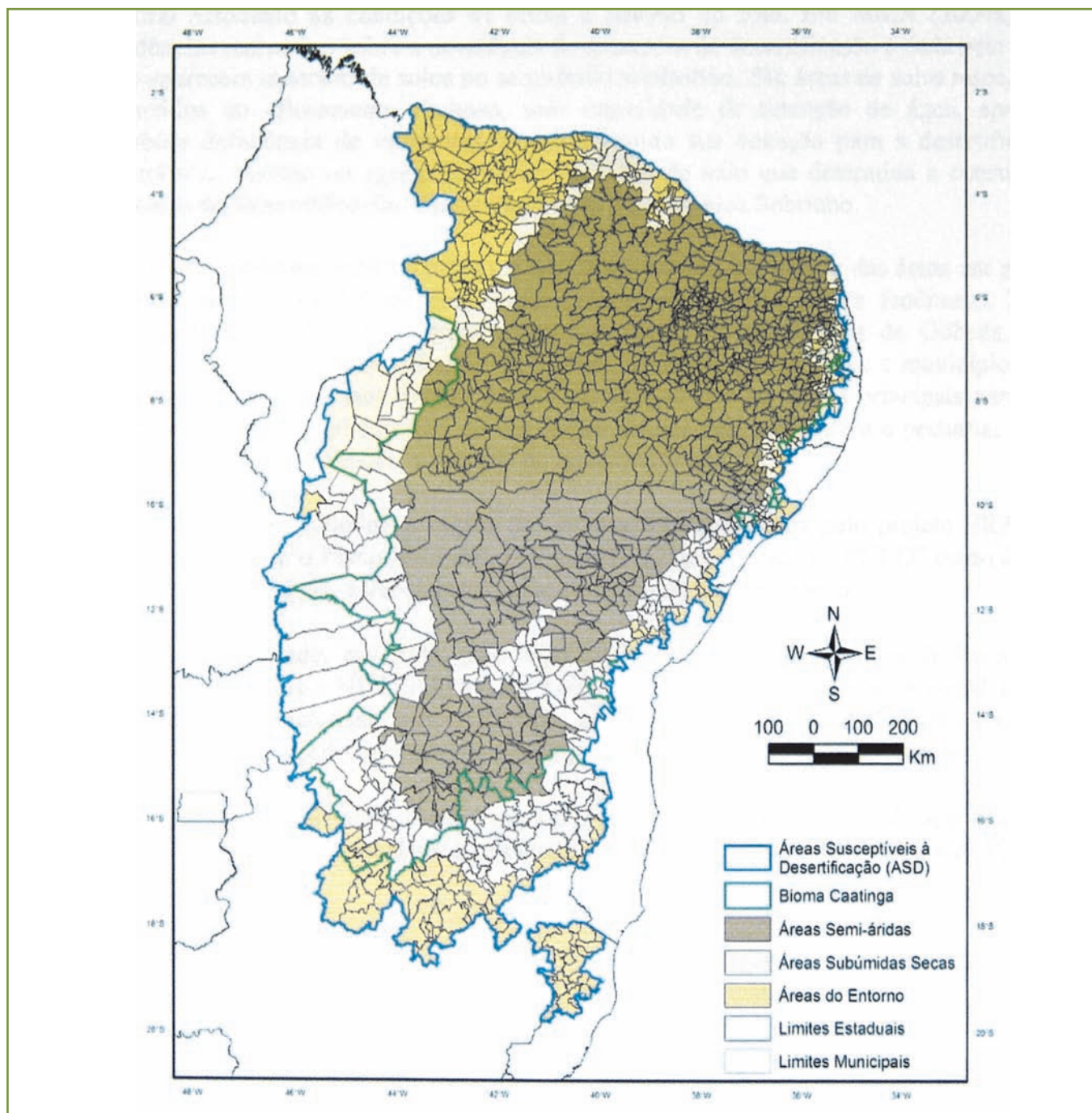
Figura 12 - Unidades geomorfológicas da Região Hidrográfica do Parnaíba



## A desertificação

Conforme figura apresentada em MMA (2004a, p. 24) a Região Hidrográfica do Parnaíba está quase totalmente inserida na área delimitada como suscetível à desertificação, com exceção de alguns Municípios da Sub-bacia Parnaíba

01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba). Estas áreas estão preferencialmente no bioma Caatinga, regiões Semi-áridas e Sub-úmidas Secas e áreas ao entorno destas, como pode ser observado na Figura 13. A delimitação desta Região levou em consideração aspectos de clima, solo, vegetação e manejo do solo.



Fonte: IBGE (1993); IBGE (2003); Carvalho e Egler (2003); Brito (2000); Bezerra (2004)

Figura 13 - Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), conforme MMA (2004a, p.24)

Conforme MMA (2004a), no Piauí são 215 Municípios susceptíveis à desertificação, sendo 96 localizados em áreas de clima semi-árido, 48 em áreas sub-úmidas secas e 71 ao entorno. No Maranhão, são 27 Municípios, sendo um localizado em área com clima sub-úmido e outros 26 ao entorno. Já no Ceará, são 184 Municípios susceptíveis à desertificação, sendo a grande maioria em área semi-árida, com 105 Municípios, 41 em áreas sub-úmidas e 38 ao entorno. No entanto, apenas os Municípios das áreas sub-úmidas e semi-áridas estão na Região Hidrográfica do Parnaíba.

O estabelecimento dos processos de desertificação inicia-se com a destruição da vegetação natural associado às condições de clima e manejo do solo. Em MMA (2004a), uma das evidências marcantes sobre a ocorrência de processos de desertificação é dada pela forma com que aparecem manchas de solos no Semi-árido nordestino. São áreas de solos rasos, quase que reduzidos ao afloramento rochoso, sem capacidade de retenção de água, apresentando, também, deficiência de nutrientes, potencializando sua vocação para a desertificação. É a ocorrência, isolada ou agregada, destas manchas de solo que determina a constituição dos Núcleos de Desertificação, denominados por Vasconcelos Sobrinho.

Em 1977, conforme MMA (2004a), a Sudene iniciou um

estudo das áreas em processo de desertificação e identificou áreas mais críticas em relação a este fenômeno. Na Região Hidrográfica do Parnaíba, foram selecionadas áreas nos Municípios de Gilbués, Simplicio Mendes, Cristino Castro, Ribeirão Gonçalves, Correntes, Bom Jesus e Municípios vizinhos, todos no Estado do Piauí. Nestas áreas constatou-se que as causas principais para a intensa degradação foram: substituição da vegetação natural pela agricultura e pecuária, mineração, principalmente em Gilbués, e retirada de lenha e madeira.

Ainda em MMA (2004a), a região de Gilbués foi considerada pelo Projeto BRA 93/036 – “Preparação para o Plano Nacional de Combate à Desertificação – PNCD” como área de alto risco à desertificação, estabelecendo aí um Núcleo de Desertificação.

No Piauí foi criado, em 2003, pela Semar-PI, o Núcleo de Pesquisa de Recuperação de Áreas Degradadas – Nuperade, em Gilbués. Tem como finalidade principal pesquisa de tecnologias que detenham a desertificação em áreas do Município de Gilbués e proximidades, já em estado avançado, incluindo o entendimento do processo de desertificação.

Na Figura 14 pode-se observar áreas em processo avançado de desertificação. A Figura 15 mostra a aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas em Gilbués-PI, estudadas pelo Nuperade.



Autoria: Salviano *et al.* (2005)

Figura 14 - Área com intenso processo de erosão





Autoria: Salviano *et al.* (2005a)

Figura 15 - Área com intenso processo de erosão em fase de plantio

### Infra-estrutura

A infra-estrutura hídrica da Bacia do Parnaíba é composta por várias barragens e adutoras construídas nos cursos de água (Figura 16), com capacidade de acumulação de 12.417.062.890m<sup>3</sup>, dos quais, 6.904.502.890m<sup>3</sup> já estão construídas, 1,369 milhões de m<sup>3</sup> estão em construção e 4.143.560.000m<sup>3</sup> estão em projeto, licitadas ou em estudo (Quadro 6).

Da capacidade de acumulação construída, 5,085 milhões de m<sup>3</sup> são relativos à barragem Boa Esperança, a maior e mais importante do Vale do Parnaíba. Esta barragem drena uma área de 87.500Km<sup>2</sup> e mantém o regime fluvial do rio Parnaíba com vazão média anual de 301m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 66% da vazão média de longo período da Bacia de contribuição. Existem, ainda, segundo cadastros efetuados pela CPRM, mais de 23 mil poços tubulares profundos. Na Figura 17, é possível observar maior concentração de poços na porção oriental da Região Hidrográfica do Parnaíba, principalmente nos Aquíferos Serra Grande e Cabeças, no Semi-árido.

Com o objetivo de ampliar o parque energético da Região Nordeste, a Chesf elaborou um estudo de inventário para a construção de barragens visando o aproveitamento hidrelétrico na Bacia Hidrográfica do Parnaíba. Neste estudo, Chesf (2003, p.39), a alternativa de divisão de queda considerada como a mais atrativa na fase dos Estudos Finais de Inventário é composta por oito aproveitamentos, sendo sete no curso do rio Parnaíba e um no curso do rio Balsas. Na Figura 18 mostra-se a localização destes empreendimentos. No Quadro 5 são apresentadas as barragens idealizadas.

Quadro 5 - Barragens previstas pela Chesf para aproveitamento hidroelétrico da Região Hidrográfica do Parnaíba

Aproveitamento	Sub-bacia	Rio	Níveis de água (m)		Potência (MW)
			Montante	Jusante	
Taquara	Parnaíba 02	Parnaíba	300,00	271,00	43
Canto do Rio	Parnaíba 02	Parnaíba	271,00	243,00	65
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba 02	Parnaíba	243,00	190,00	174
Taboa	Parnaíba 01	Balsas	230,00	190,00	98
Uruçuí	Parnaíba 02	Parnaíba	190,00	160,42	164
Cachoeira	Parnaíba 04	Parnaíba	116,42	101,00	93
Estreito	Parnaíba 04	Parnaíba	101,00	86,00	86
Castelhano	Parnaíba 06	Parnaíba	86,00	70,50	94

Fonte: Chesf (2003, p. 39)

As principais rodovias federais (conforme DNIT) são a BR-343, que liga o litoral do Piauí até Floriano, passando por Teresina, BR-222, que em conjunto com a BR-343, liga Teresina a Fortaleza, cortando Piripiri, a BR-316, que dá acesso a São Luís e Belém e a BR-320 que atravessa o Piauí cortando Floriano, Oeiras e Picos. As BRs 020, 407 e 135 se dirigem a Brasília e a Salvador, respectivamente. As estradas estaduais completam as ligações rodoviárias necessárias ao deslocamento entre as cidades.

A rede ferroviária (conforme DNIT) é reduzida, carecendo de interligações fundamentais para o desenvolvimento da Bacia. Existem ramais entre Teresina/Porto de Mucuripe/ Fortaleza e Teresina/São Luís/Porto de Itaqui.

Os únicos aeroportos com vôos comerciais na Bacia estão localizados em Teresina e Parnaíba. Cidades como São Raimundo Nonato, Floriano, Caxias, Alvorada do Gurguéia e Balsas, entre outras, possuem pistas de pouso.

A infra-estrutura de deslocamento na região é mostrada na Figura 19. Ressalta-se a importância do transporte fluvial no rio Parnaíba e Balsas. Conforme documento da Agência Nacional de Águas, sob o título “Navegação e suas interfaces com o setor de recursos hídricos” (ANA, 2005d)

os rios Parnaíba e Balsas possuem alto potencial hidroviário para o escoamento de grãos produzidos no sul do Piauí, sudeste do Maranhão e noroeste da Bahia.

Os trechos navegáveis possuem uma extensão de 1.176Km entre a foz do rio Parnaíba e o Município de Santa Filomena e 225Km entre a foz do rio Balsas e o Município de Balsas. Os principais problemas são a implantação de sistemas de sinalização e balizamento, bem como a conclusão do sistema de transposição de desnível da barragem Boa Esperança que torna a navegação descontinuada. Outro problema é o assoreamento e afloramentos rochosos em alguns trechos do rio Parnaíba.

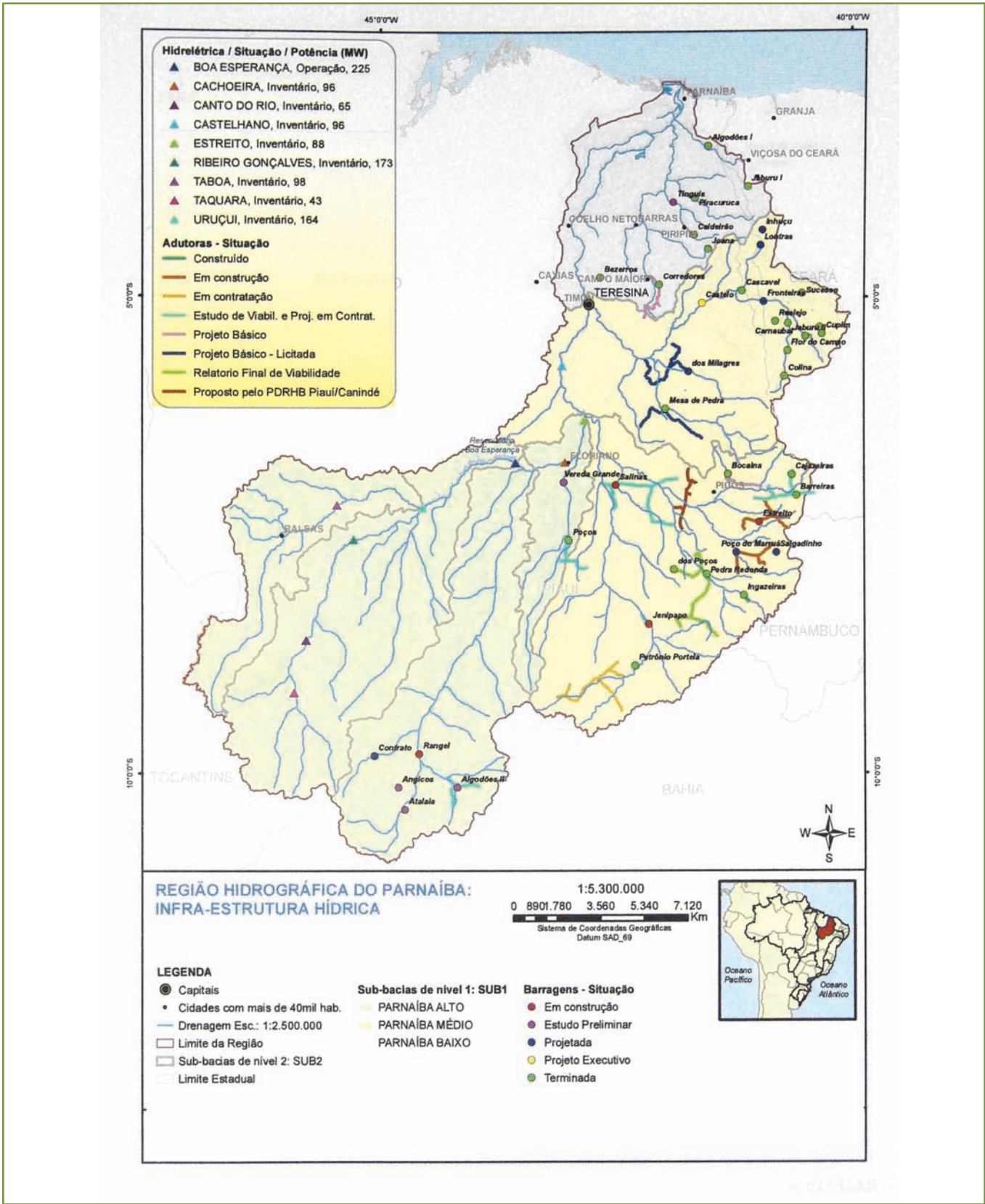
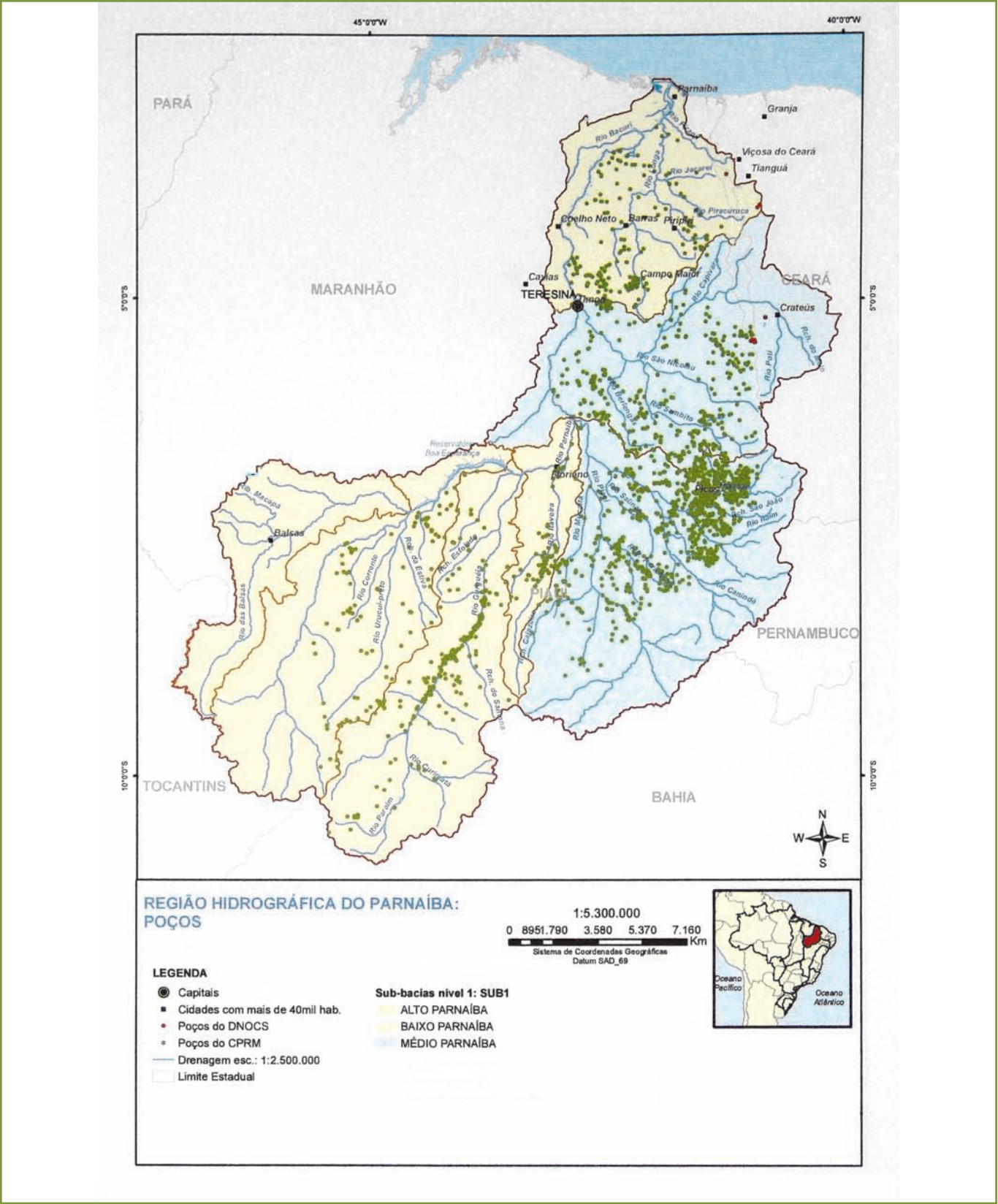


Figura 16 - Infra-estrutura hídrica na Região Hidrográfica do Parnaíba

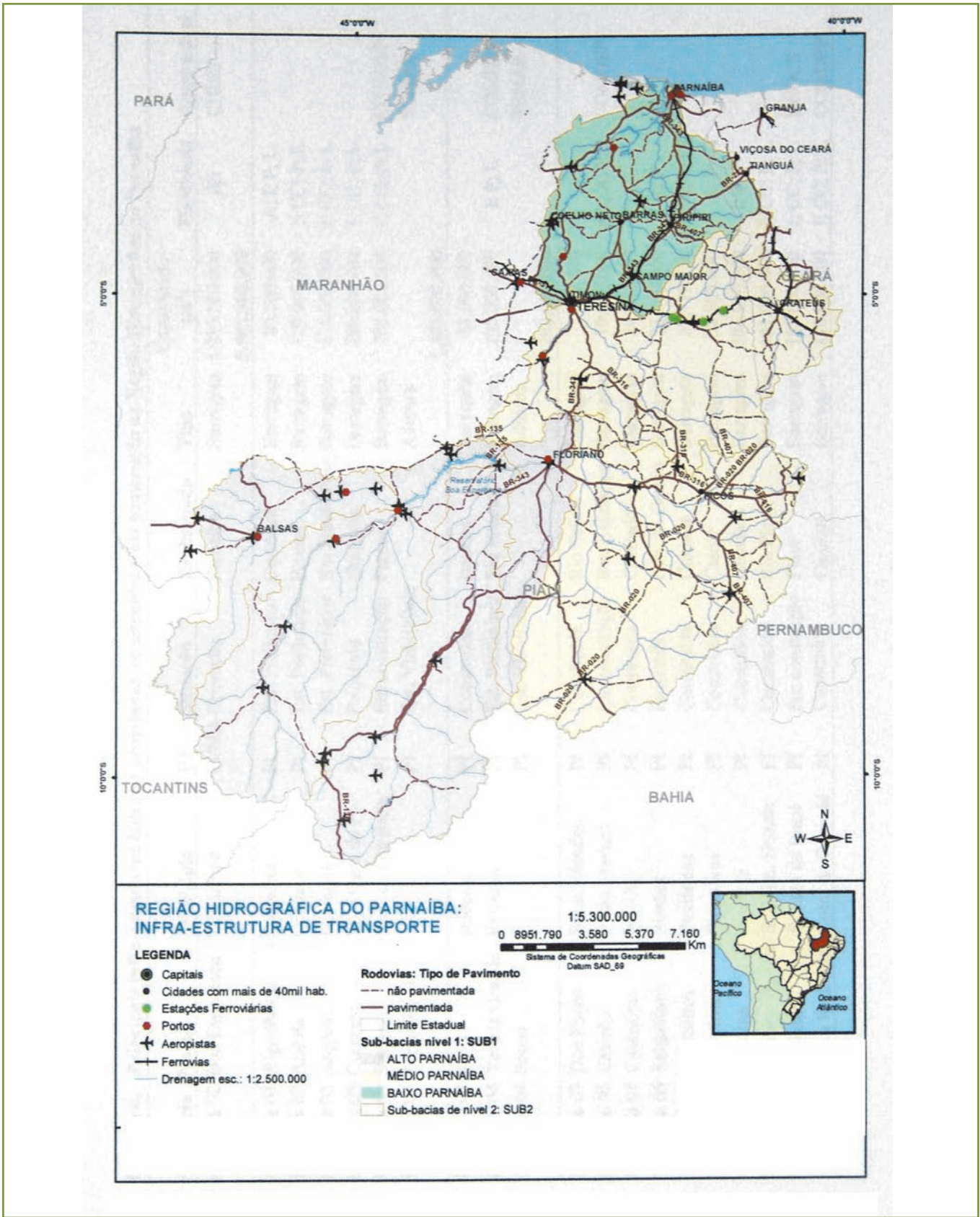




Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 17 - Distribuição de poços na Região Hidrográfica do Parnaíba, conforme Siagas (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) da CPRM





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 18 - Infra-estrutura de deslocamento na Região Hidrográfica do Parnaíba

Quadro 6 - Principais infra-estruturas hídricas projetadas, construídas e em construção na Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacia	Nome	Município	UF	Situação	Rio Barrado	Tipo	Capacidade (m³)	Finalidade	Responsável
Parnaíba 02	Boa Esperança	Guadalupe	PI/MA	Operação	Parnaíba	Barragem	5.085.000.000	EE	CHESF
							<b>5.085.000.000</b>		
Parnaíba 03	Algodões II	Curimatá	PI	Est. Preliminar	Curimatá	Barragem	80.000.000	A; I; P; L	
Parnaíba 03	Atalaia	Corrente	PI	Est. Preliminar	Paraim	Barragem	120.000.000	I; CC; P; L	
Parnaíba 03	Angicos	Parnaguá	PI	Est. Preliminar	Rio Fundo/Frio	Barragem	125.000.000	I; CC; P; L	
Parnaíba 03	Contrato	M. Alegre do Piauí	PI	Projetada	Gurguéia	Barragem	280.000.000	I; CC; P; L	
Parnaíba 03	Rangel	Red. do Gurguéia	PI	Em construção	Paraim	Barragem	780.000.000	I; CC; P; L	Comdepi
Parnaíba 03	Algodões II		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar
							1.385.000.000		
Parnaíba 04	Poços	Itaueira	PI	Construída	Itaueira	Barragem	43.000.000		
Parnaíba 04	Vereda Grande	Florianópolis	PI	Est. Preliminar	Rio Itaueira	Barragem	250.000.000	I; P; L	Comdepi
Parnaíba 04	Poços		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar
							<b>293.000.000</b>		
Parnaíba 05	Dos Poços	Simp. Mendes	PI	Construída	Rio Salinas	Barragem	911.140		
Parnaíba 05	Estreito	Padre Marcos	PI	Em construção	Boa Esperança	Barragem	19.000.000	AA; A; P; I	Comdepi
Parnaíba 05	Cajazeiras	Pio IX	PI	Construída	Condado	Barragem	24.702.000		
Parnaíba 05	Salgadinho	Simões	PI	Projetada	Riacho do Gentio	Barragem	25.000.000	A; P	
Parnaíba 05	Ingazeiras	Paulistana	PI	Construída	Canindé	Barragem	25.719.750	EE; A; P; CC	
Parnaíba 05	Barreiras	Fronteiras	PI	Construída	Catolé	Barragem	52.800.000	A; P	
Parnaíba 05	Bocaina	Bocaina	PI	Construída	Guaribas	Barragem	106.000.000	I; A; P	
Parnaíba 05	Petrônio Portela	S. Raimundo Nonato	PI	Construída	Rio Piauí	Barragem	181.000.000	I; CC; P; L	
Parnaíba 05	Jenipapo	S. João do Piauí	PI	Em construção	Piauí	Barragem	185.000.000	I; CC; P; L	DNOCs
Parnaíba 05	Pedra Redonda	Com. do Canindé	PI	Construída	Canindé	Barragem	216.000.000	I; CC; P; L	Comdepi
Parnaíba 05	Poço do Marruá	Patos do Piauí	PI	Projetada	Rio Itaim	Barragem	293.000.000	I; A; P; L; R	Comdepi
Parnaíba 05	Salinas	S. Fco. do Piauí	PI	Em construção	Rio Salinas	Barragem	385.000.000	I; A; CC; P	Comdepi
Parnaíba 05	Sudeste		PI	Em construção		Adutora			Seinfra-PI
Parnaíba 05	Bocaina		PI	Proj. Básico		Adutora			Semar
Parnaíba 05	Garrincho		PI	Em contratação		Adutora			Semar
Parnaíba 05	Jenipapo		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar
Parnaíba 05	Pedra Redonda		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar
Parnaíba 05	Piaús		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar
Parnaíba 05	Poço do Marruá		PI	Em construção		Adutora			Comdepi
Parnaíba 05	Salinas		PI	Est. Viabilidade		Adutora			Semar

(Continua)

Sub-bacia	Nome	Município	UF	Situação	Rio Barrado	Tipo	Capacidade (m³)	Finalidade	Responsável
Parnaíba 05	Acauã		PI	Construída		Adutora			Agepisa
Parnaíba 05	Santa Cruz		PI	Traç. Proposto		Adutora			Semar
							<b>1.514.132.890</b>		
Parnaíba 06	Colina	Quiterianópolis	CE	Construída	Poti	Barragem	3.200.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Cascavel	Poranga	CE	Construída	Macambira	Barragem	3.500.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Cupim	Independência	CE	Construída	Rio Cupim	Barragem	4.500.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Realejo	Crateús	CE	Construída	Riacho Carrapate	Barragem	31.500.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Mesa de Pedra	Valença do Piauí	PI	Construída	Sambito	Barragem	55.000.000		Comdepi
Parnaíba 06	Carnaubal	Crateús	CE	Construída	Poti	Barragem	87.600.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Barra Velha	Independência	CE	Construída	Riacho Santa Cruz	Barragem	99.500.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Flor do Campo	Novo Oriente	CE	Construída	Rio Poti	Barragem	111.300.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Jaburu II	Independência	CE	Construída	Jaburu	Barragem	116.000.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Lontras	Ipueiras	CE	Projetada	Inhuçu	Barragem	134.700.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Jaburu I	Tianguá	CE	Construída	Catarina	Barragem	210.000.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Inhuçu	Croatá	CE	Projetada	Inhuçu	Barragem	320.860.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Dos Milagres	S. C. dos Milagres	PI	Projetada	São Nicolau	Barragem	480.000.000	A; AA; I; P	Comdepi
Parnaíba 06	Fronteiras*	Crateús	CE	Projetada	Poti	Barragem	490.000.000		SRH-CE
Parnaíba 06	Castelo*	Castelo do Piauí	PI	Proj. Execut.	Poti	Barragem	1.250.000.000	I; P; A; AA	Seinfra
Parnaíba 06	Mesa de Pedra		PI	Licitada		Adutora			Comdepi
Parnaíba 06	Milagres		PI	Licitada		Adutora			Comdepi
							<b>3.397.660.000</b>		
Parnaíba 07	Sucesso	Tamboril	CE	Construída	Pajeú	Barragem	10.000.000		SRH-CE
Parnaíba 07	Joana	Pedro II	PI	Construída	Corrente	Barragem	10.670.000	A; P; L	Sec. Obras – PI
Parnaíba 07	Bezerras	José de Freitas	PI	Construída		Barragem	11.000.000		
Parnaíba 07	Algodões I	Cocal	PI	Construída	Piranji	Barragem	51.000.000	A; I; P; L	Comdepi
Parnaíba 07	Caldeirão	Piripiri	PI	Construída	Caldeirão	Barragem	54.600.000		
Parnaíba 07	Corredores	Campo Maior	PI	Construída	Jenipapo	Barragem	60.000.000		Comdepi
Parnaíba 07	Piracuruca	Piracuruca	PI	Construída	Rio Piracuruca	Barragem	250.000.000	A; AA; I; P	
Parnaíba 07	Tinguís	Piracuruca	PI	Est. Preliminar	Dos Matos	Barragem	295.000.000	I; P; L	Comdepi
Parnaíba 07	Corredores		PI	Projeto Básico		Adutora			Comdepi
							<b>74.2270.000</b>		

Fonte: Semar-PI, SRH-CE, Chesf, ANA (2004)

I: irrigação CC: controle de cheias A: abastecimento humano

P: piscicultura L: lazer EE: energia elétrica

R: regularização de vazão AA: abastecimento animal

\* Volume acordado pelo GTO do Poti-Longá envolvendo o Ceará e Piauí, com interveniência da ANA

#### 4.1 | Caracterização das Disponibilidades Hídricas

Com base em informações obtidas em PNRH (2005, 2005a), ANA (2005a), ANA (2005b), ANA (2005c), bem como do Plano Diretor da Bacia do Canindé/Piauí (MMA, 2000 e 2000a), Estudo da Bacia do Poti/Longá (ANA, 2004), Atlas do Abastecimento de Água do Piauí. (Semar/ANA, 2005) e dados de estações pluviométricas e fluviométricas disponibilizados em Hidroweb (2005), trabalhando sobre as Sub-bacias de nível 2, identificou-se demandas e disponibilidades de recursos hídricos para cada Sub-bacia.

##### Precipitação

Com os dados de pluviometria das estações do Parnaíba foi possível traçar as isolinhas de precipitação média mensal (Figura 19), com o objetivo de avaliar as variações sazonais sobre as Sub-bacias.

Observa-se que o período chuvoso inicia-se no mês de setembro nas Sub-bacias Parnaíba 01 (rio Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), situados mais a sudoeste da Região Hidrográfica. Já em outubro as chuvas se espalham pelas Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), enquanto que nas Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) as chuvas se intensificam no mês de dezembro, cobrindo todas as Sub-bacias.

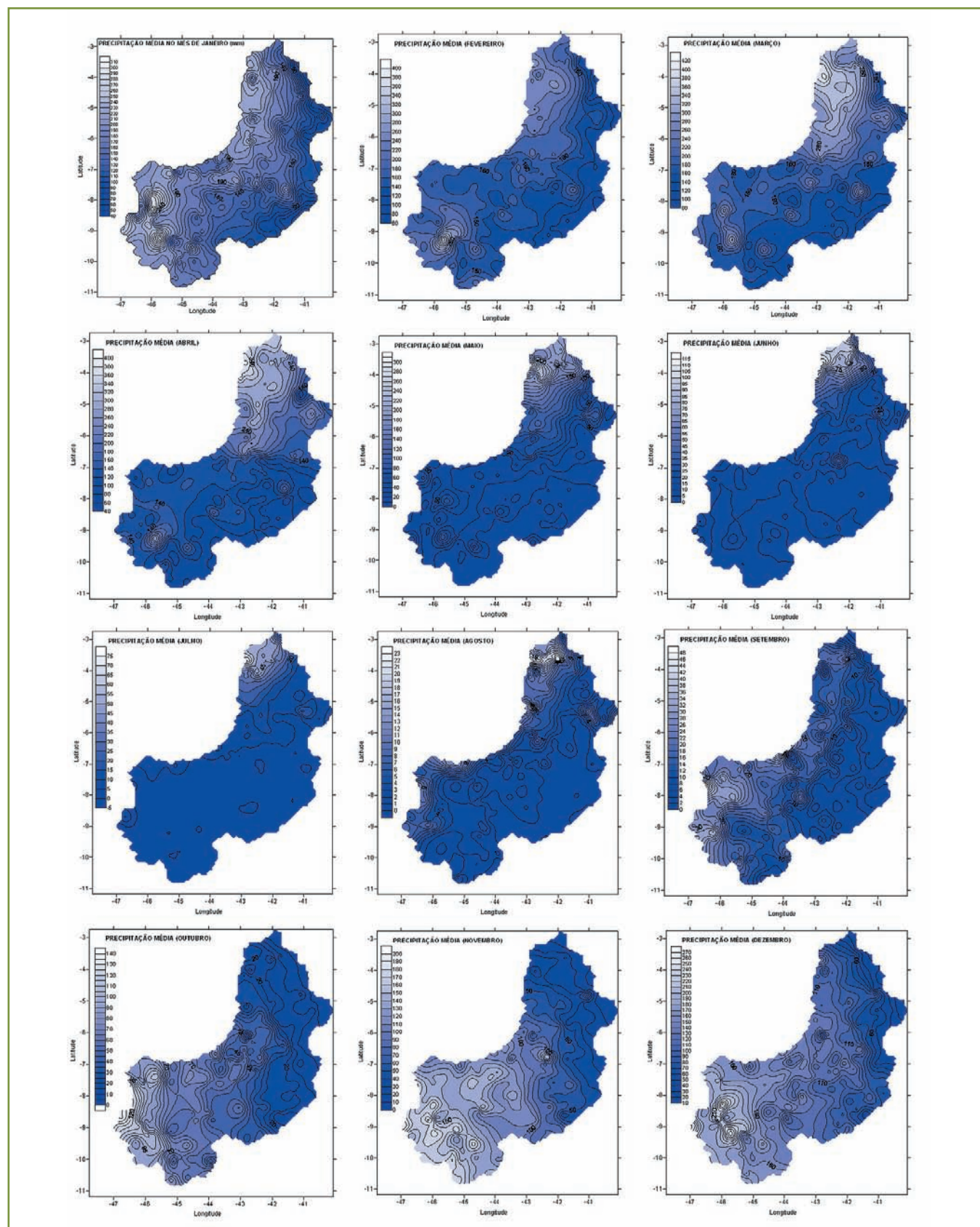
As chuvas começam a diminuir, primeiramente nas Sub-bacias do Balsas e Alto Parnaíba, no mês de maio, chegando a seus maiores valores na parte ocidental da Sub-bacia do Longá (aproximadamente 200mm), tornando-se escassa no mês de agosto, quando são observados os menores valores de precipitação em todas as Sub-bacias. Existe um regime diferenciado de chuvas sobre a Região Hidrográfica do Parnaíba. Percebe-se claramente um regime de chuvas de transição entre a região semi-árida e a região úmida.

A Figura 21 apresenta as precipitações médias anuais sobre a Região Hidrográfica do Parnaíba. Observa-se que os maiores valores ocorrem nas Sub-bacias do Balsas e do Alto Parnaíba, bem como na região litorânea da Sub-bacia do rio Longá. Os menores totais anuais ocorrem na Sub-bacia do

rio Piauí/Canindé, quando se observam valores próximos a 500mm anuais, coincidindo com a região de clima mais árido da região, na fronteira com o Estado da Bahia.

Os valores médios anuais de precipitação para cada Sub-bacia, estimados pelo método das isoietas, através da interpolação dos dados de precipitação média anual dos postos pluviométricos, são apresentados no Quadro 7.





Fonte: Hidroweb (2005)

Figura 19 - Distribuição da precipitação média mensal (mm) na Região Hidrográfica do Parnaíba

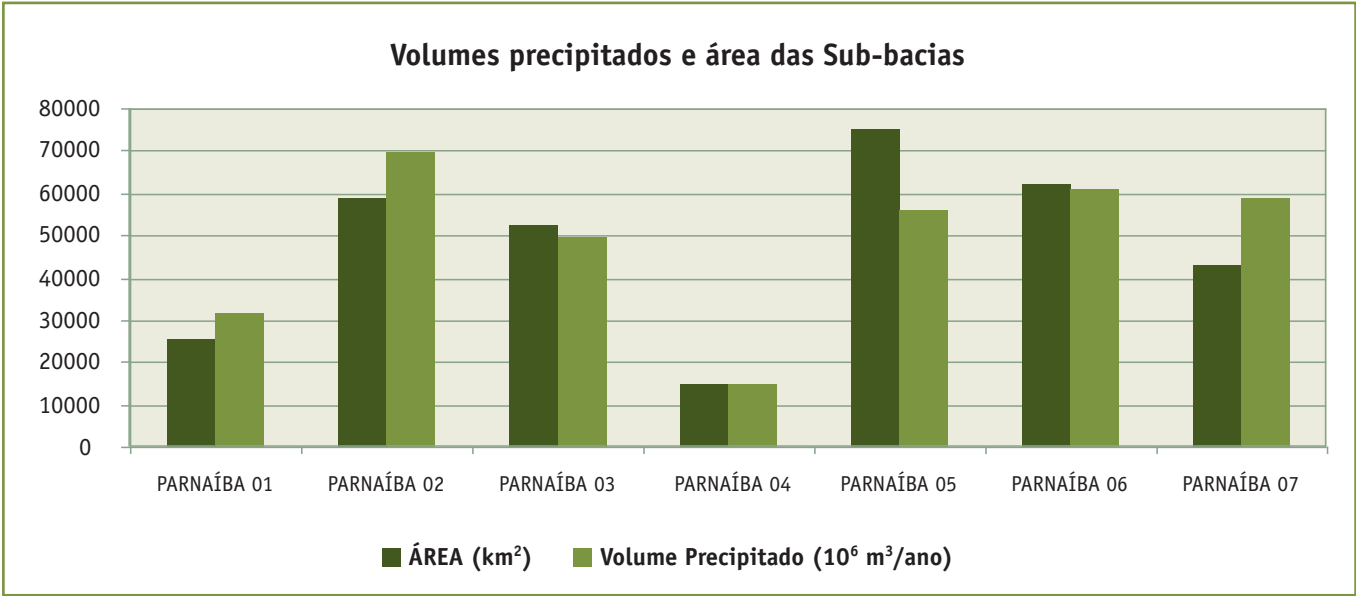


Quadro 7 - Valores médios da precipitação anual para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacia		Precipitação Anual Média (mm)
Sub 1	Sub 2	
Alto Parnaíba	Parnaíba 01 (Balsas)	1.235,6
	Parnaíba 02 (Alto Parnaíba)	1.179,0
	Parnaíba 03 (Gurguéia)	947,2
	Parnaíba 04 (Itaueiras)	1.011,8
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	746,5
	Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba)	984,7
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07 (Longa/Parnaíba)	1.370,4

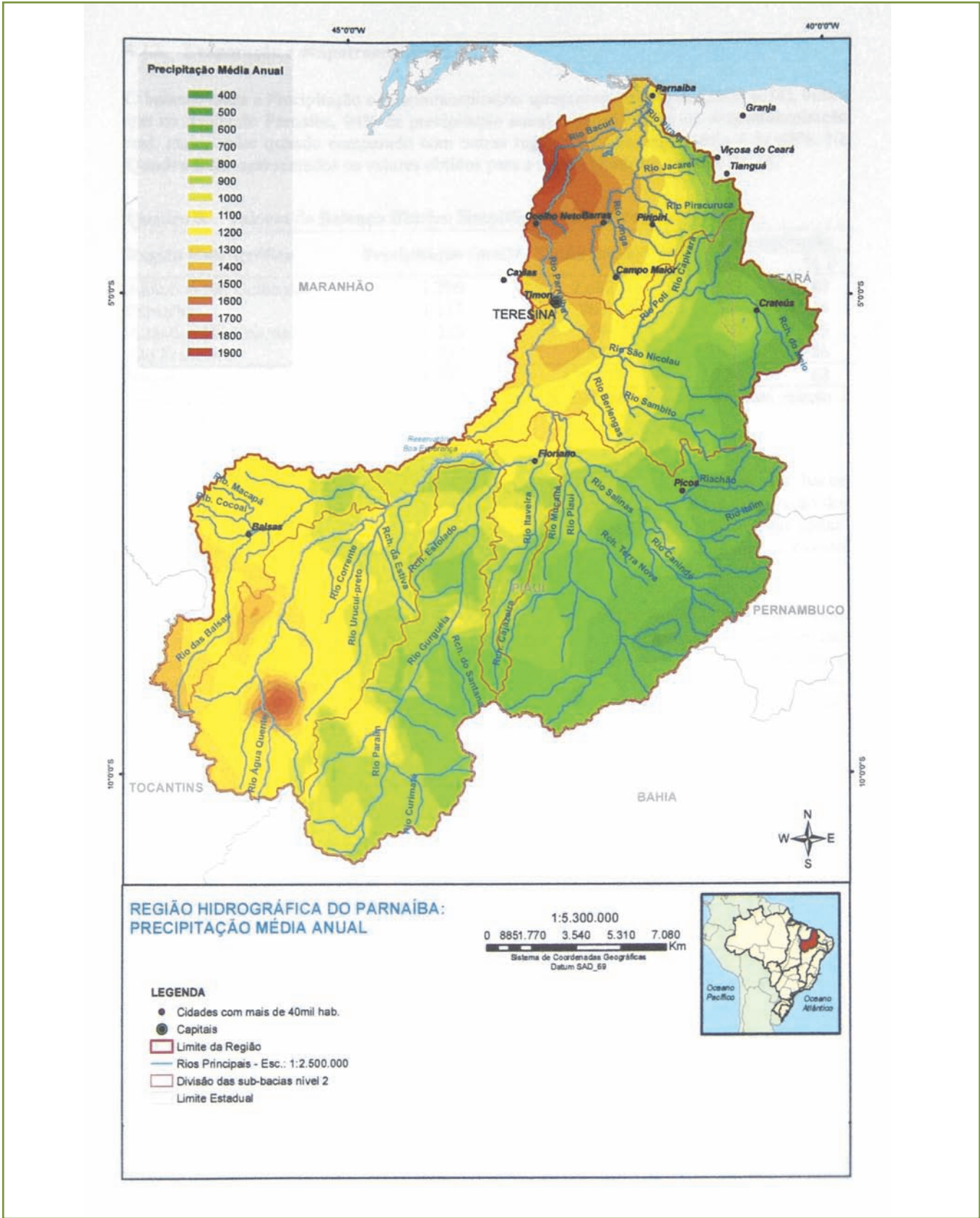
Em termos de área e volume precipitado sobre as Sub-bacias (Figura 20) verifica-se que a Sub-bacia com maior potencial volumétrico de precipitação é a Sub-bacia Parnaíba 02 (Alto Parnaíba). A Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), apesar de possuir a maior área, não

apresenta o maior potencial volumétrico de precipitação em decorrências dos baixos valores de precipitação nas nascentes dos seus principais rios. A Sub-bacia do Rio Parnaíba 04 (Itaueiras) apresenta a menor área e o menor potencial volumétrico de precipitação.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 20 - Comparação entre volume precipitado (10⁶ m³/ano) e área (Km²) de cada Sub-bacia



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 21 - Precipitação anual média (mm) sobre a Região Hidrográfica do Parnaíba

Evaporação e evapotranspiração

O balanço entre a Precipitação e Evapotranspiração apresentado em ANA (2005, p.34), indica que na região do Parnaíba,

94% da precipitação anual é transformada em evapotranspiração real, maior valor quando comparado com outras regiões do país, cuja média é de 63%. No Quadro 8 são apresentados os valores obtidos para a Região Nordeste e para o Brasil.

Quadro 8 - Valores de Balanço Hídrico Simplificado para a Região Nordeste

Região Hidrográfica	Precipitação (mm) *	Vazão (m³/s) *	Evapotranspiração	
			(mm)	% P
Atlântico Nordeste Ocidental	1.790	2.683	1.482	83
Parnaíba	1.117	763	1.045	94
Atlântico Nordeste Oriental	1.218	779	1.132	93
São Francisco	1.037	2.850	896	86
<b>Brasil</b>	<b>1.797</b>	<b>179.374</b>	<b>1.134</b>	<b>63</b>

\*Média de longo período % P: Valor Percentual da Evapotranspiração real com relação à Precipitação  
Fonte: ANA (2005, p. 34)

Um dos fatores ambientais que mais interferem na disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas é, sem dúvida, a evapotranspiração das bacias hidrográficas e a evaporação dos corpos de água. A evaporação dos ambientes aquáticos é um dos principais fatores que afetam a qualidade das suas águas, promovendo maior concentração de íons, como o cloreto, favorecendo a salinização dos mesmos, quando não utilizados.

A Região Nordeste do Brasil apresenta altos índices de evapotranspiração e evaporação e não pode ser excluído de uma análise de disponibilidade hídrica. No Quadro 9 apresenta-se uma comparação entre valores de evapotranspiração para as diversas Regiões Hidrográficas brasileiras. Observam-se altos índices nas Regiões Hidrográficas do Nordeste, clima predominantemente semi-árido e na Região Hidrográfica do Paraguai, com altas temperaturas e extensas áreas com espelho d'água, representada pelo Pantanal Matogrossense.

Quadro 9 - Valores de Evapotranspiração Real nas Regiões Hidrográficas do Brasil

Região	Evapotranspiração Anual (mm)	Evapotranspiração/Precipitação (%)
Parnaíba	1.045	94
Atlântico Nordeste Oriental	1.132	93
Atlântico Leste	937	89
São Francisco	896	86
Paraguai	1.193	85
Atlântico Nordeste Ocidental	1.482	83
Tocantins-Araguaia	1.371	75
Paraná	1.101	73
Atlântico Sudeste	882	65
Uruguai	1.040	58
Atlântico Sul	886	55
Amazônica	1.164	52
<b>Brasil</b>	<b>1134</b>	<b>83</b>

Fonte: ANA (2005a, p. 34)

Uma análise similar ao que foi realizado em ANA (2005a) para a determinação da evapotranspiração real através de balanço hídrico simplificado é possível fazer para as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba. Este balanço consiste na diferença entre o volume escoado médio na Sub-bacia e o volume precipitado sobre a mesma. Os valores obtidos para cada Sub-bacia são apresentados no Quadro 10.

As Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) apresentaram valores percentuais de evapotranspiração real em relação à precipitação semelhante à Região Hidrográfica do São Francisco. As outras Sub-bacias apresentam valores acima de 90% da precipitação, típico das regiões semi-áridas nordestinas, como pode se observar no Quadro 10.



Quadro 10 - Estimativa de Evapotranspiração Real para as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Mês	Estações					
	Caracol	Picos	Paulistana	Floriano	Morro dos Cavalos	São João do Piauí
Jan	119,8	133,1	234,5	75,4	126,4	165,6
Fev	90,7	108,9	197,0	71,3	93,0	204,7
Mar	92,6	94,2	169,7	76,8	100,6	143,3
Abr	97,6	117,8	208,3	90,6	124,4	185,0
Mai	136,3	173,4	306,7	141,9	173,9	196,8
Jun	223,8	236,7	359,1	209,7	249,9	331,8
Jul	287,4	256,6	424,8	289,8	298,4	316,3
Ago	327,1	315,3	496,4	345,3	345,8	333,8
Set	352,3	328,4	515,9	327,0	349,9	342,0
Out	300,6	318,9	499,2	247,3	313,8	262,1
Nov	218,4	285,5	395,2	173,9	241,4	224,3
Dez	175,8	212,3	298,2	112,3	196,1	211,7
Total	2.422,40	2.411,40	4.105,00	2.161,00	2.613,50	2.917,40

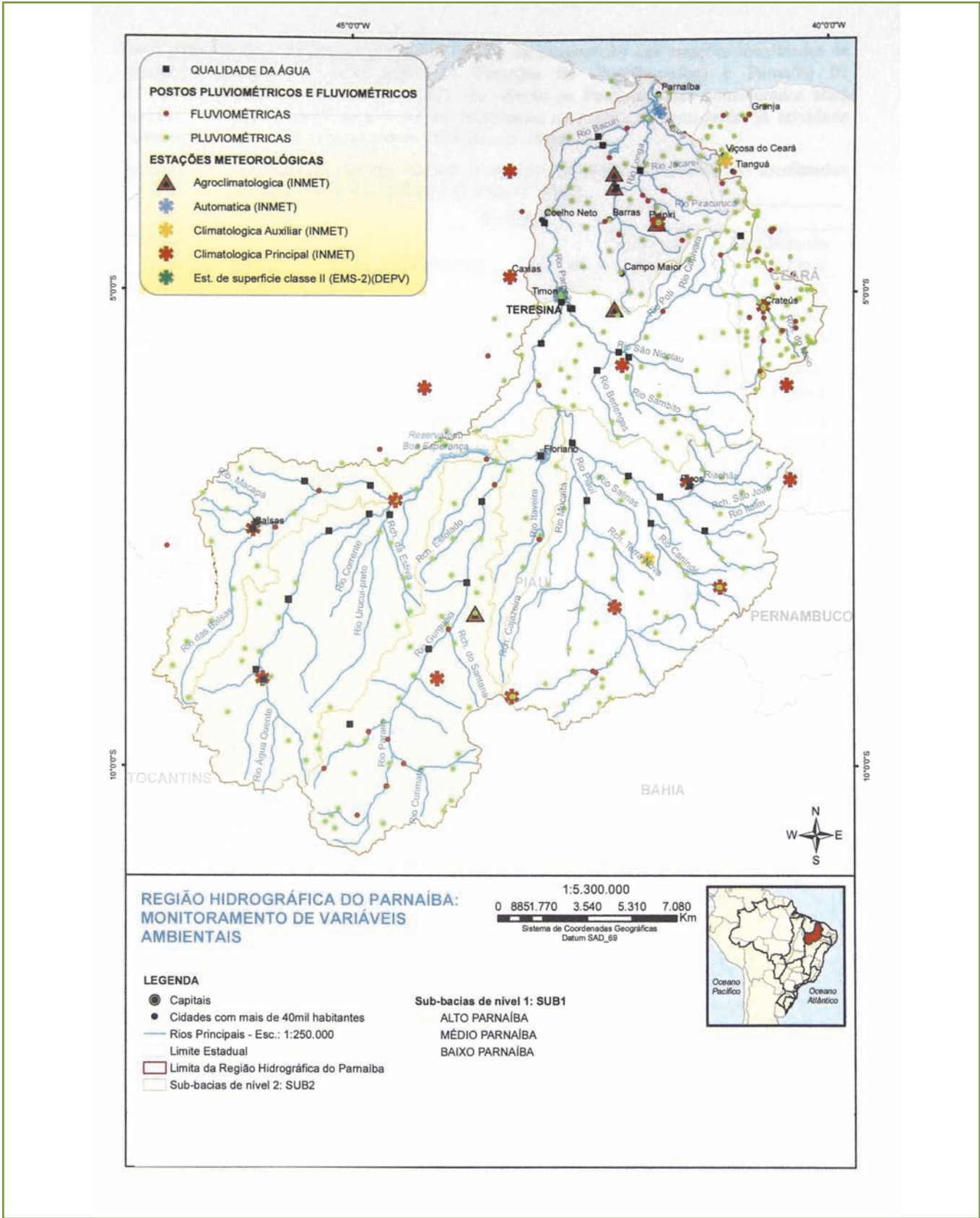
<sup>1</sup> A: Área da Sub-bacia (Km²) <sup>2</sup> PREC.:Precipitação média anual (mm) <sup>3</sup> Q: Vazão média (m³/s)  
<sup>4</sup> H: Altura escoada média (mm) <sup>5</sup>EVT: Evapotranspiração Real (mm)

Estes altos valores encontrados ressaltam a importância de se considerar a evaporação dos lagos e reservatórios e a evapotranspiração das superfícies com solo e vegetação existentes em cada Sub-bacia. Para tanto é necessário o monitoramento de variáveis ambientais, como Temperatura, Evaporação, Umidade Relativa do Ar, Velocidade dos ventos, entre outras. Estas variáveis são medidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET que possui na região e proximidades, 21 estações climatológicas convencionais, cinco agroclimatológicas, três automáticas e uma estação de superfície classe II.

Na Figura 22, apresenta-se a localização das estações meteorológicas operadas pelo INMET, bem como outras estações de monitoramento de variáveis ambientais. Observa-se uma boa distribuição de estações meteorológicas na Região Hidrográfica, apesar de pouca quantidade. Quanto aos pos-

tos pluviométricos verificam-se alguns vazios, com poucos postos e outros locais, com grande quantidade de postos pluviométricos, como nas nascentes dos rios Poti e Longá, no Estado do Ceará, onde o monitoramento pluviométrico está bem avançado, sendo realizado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme.

Quanto aos postos fluviométricos, observa-se que algumas Sub-bacias estão bem monitoradas, como no Alto Parnaíba e outras, como as Sub-bacias dos rios Itaueiras, Poti, Longá e Piauí, ainda necessitam de monitoramento mais detalhado.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 22 - Localização das estações de monitoramento de variáveis ambientais

Nos Quadros 11 e 12 são apresentados valores de evaporação nas estações localizadas na Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí), Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). Os valores encontrados na

estação de Paulistana são considerados altos quando comparados a outras estações localizadas na região do Semi-árido. A atividade agrícola, neste caso, só é viável com a utilização de irrigação.

Quadro 11 - Evaporação média mensal (mm) nas estações meteorológicas localizadas na Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí)

Mês	Estações					
	Caracol	Picos	Paulistana	Floriano	Morro dos Cavalos	São João do Piauí
Jan	119,8	133,1	234,5	75,4	126,4	165,6
Fev	90,7	108,9	197,0	71,3	93,0	204,7
Mar	92,6	94,2	169,7	76,8	100,6	143,3
Abr	97,6	117,8	208,3	90,6	124,4	185,0
Mai	136,3	173,4	306,7	141,9	173,9	196,8
Jun	223,8	236,7	359,1	209,7	249,9	331,8
Jul	287,4	256,6	424,8	289,8	298,4	316,3
Ago	327,1	315,3	496,4	345,3	345,8	333,8
Set	352,3	328,4	515,9	327,0	349,9	342,0
Out	300,6	318,9	499,2	247,3	313,8	262,1
Nov	218,4	285,5	395,2	173,9	241,4	224,3
Dez	175,8	212,3	298,2	112,3	196,1	211,7
Total	2.422,40	2.411,40	4.105,00	2.161,00	2.613,50	2.917,40

Fonte: MMA (2000a, p. 48)

Quadro 12 - Evaporação média mensal (mm) nas Sub-bacias dos Rios Poti e Longá

Mês	Estações		
	Piripiri (tanque classe A)	Teresina (atmômetro Piche)	Crateús (tanque classe A)
Jan	203,0	89,0	250,0
Fev	161,0	61,0	147,0
Mar	167,0	67,0	112,0
Abr	154,0	59,0	97,0
Mai	144,0	77,0	134,0
Jun	150,0	111,0	188,0
Jul	187,0	167,0	275,0
Ago	214,0	192,0	327,0
Set	259,0	207,0	358,0
Out	270,0	252,0	395,0
Nov	240,0	184,0	372,0
Dez	223,0	141,0	334,0
Total	2.372,0	1.606,0	2.989,0

Fonte: ANA (2004, p. 25)

Águas superficiais

Conforme estudo realizado pela ANA sobre Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2005, p.21), a região do Parnaíba apresenta uma vazão média anual de contribuição de 763m³/s e 24,1Km³/ano, correspondendo a 0,4% da vazão média do país, a menor em comparação com as outras Regiões Hidrográficas brasileiras. A vazão média de estiagem, ou seja, com garantia de ocorrência de 95% é de 294m³/s.

Valores de vazão para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba, conforme PNRH (2005), que são apresentados no Quadro 13, no qual se observa que os maiores valores são no Alto Parnaíba e no Balsas, onde ocorrem as maiores precipitações e o clima é mais úmido.



Quadro 13 - Vazões nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Nome	P	Q	Q <sub>95</sub> %	q	q <sub>95</sub> %
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	118.966	133,6	65,3	5,22	2,55
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba	130.021	308,3	150,6	5,22	2,55
	Parnaíba 03	Gurguéia	238.687	68,7	16,7	1,31	0,32
	Parnaíba 04	Itaueiras	102.862	19,3	4,7	1,31	0,32
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé	627.517	98,7	24,0	1,31	0,32
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	1.715.876	79,1	19,2	1,27	0,31
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	1.053.171	55,4	13,7	1,29	0,32
Total			3.987.100				

Fonte: Bases do PNRH (2005)

Q: vazão média de longo prazo (m³/s); Q<sub>95</sub> %: vazão com garantia de 95%(m³/s); q: vazão específica (L/s/Km²) e q<sub>95</sub> %: vazão específica com 95% de garantia (L/s/Km²); P: População Total (CENSO 2000).

Com o objetivo de avaliar a distribuição de vazões ao longo do ano em cada Sub-bacia, bem como as variações entre vazões máximas e mínimas, obteve-se os dados de fluviometria das estações localizadas na Região Hidrográfica do Parnaíba em Hidroweb (2005). Foram selecionados os postos representativos de cada Sub-bacia, com mais de 20 anos de dados, listados no Quadro 14.

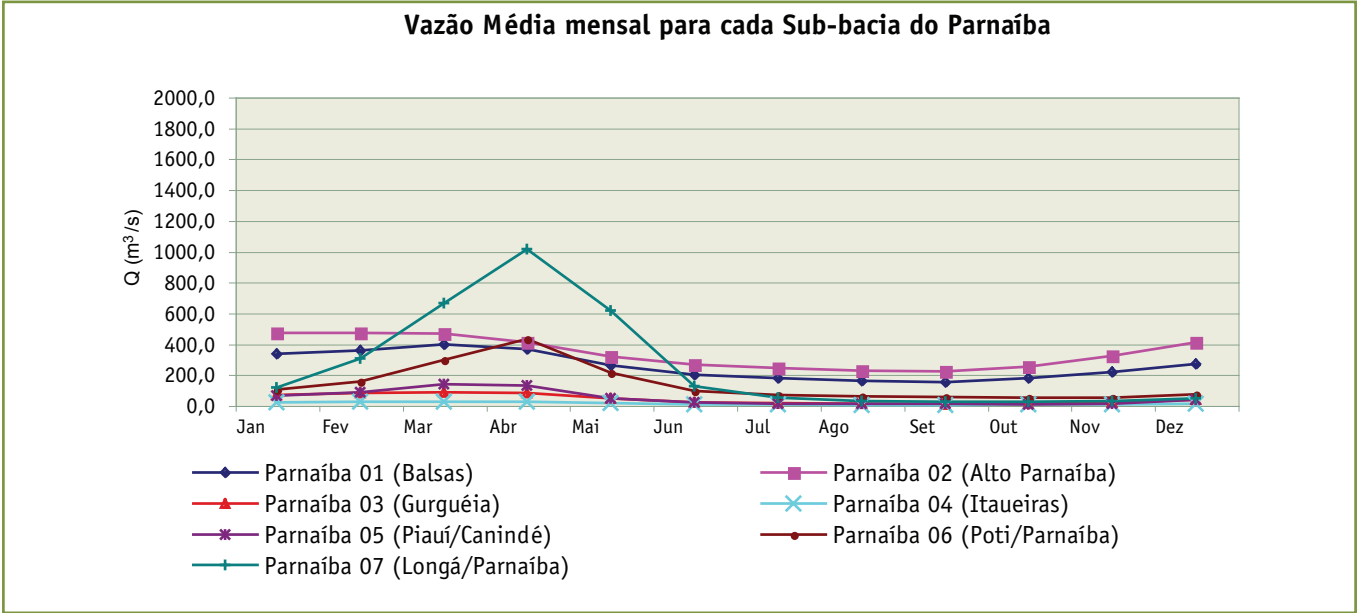
Quadro 14 - Relação dos postos fluviométricos utilizados para a determinação da vazão específica média em cada Sub-bacia

Sub-bacia		Código do Posto Fluviométrico (ANA)	Período de dados consistido	Área de drenagem (Km²)
Sub 1	Sub 2			
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	34170000	07/1963 a 12/2003	22.800
		34130000	01/1966 a 12/2003	8.800
	Parnaíba 02	34090000	11/1965 a 12/2002	14.700
		34070000	07/1968 a 11/2003	36.000
		34020000	01/1973 a 01/2004	13.600
	Parnaíba 03	34270000	01/1973 a 12/2003	48.400
		34251000	04/1975 a 12/2003	31.500
	Parnaíba 04	Não tem postos com dados consistidos		
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	34480000	01/1973 a 12/2003	28.700
		34450000	01/1973 a 12/2003	7.210
		34410000	10/1966 a 12/1999	4.760
		34571000	04/1983 a 12/2003	35.000
		34600000	06/1982 a 12/2003	73.900
	Parnaíba 06	34660000	06/1967 a 12/2003	242.500
		34730000	02/1962 a 12/2003	1.150
		34750000	01/1965 a 12/2003	19.300
		34770000	01/1973 a 12/2003	42.200
		34690000	03/1981 a 12/2003	270.000
		34790000	06/1963 a 02/1991	50.000
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	34980000	01/1965 a 12/2002	24.100
		34940000	01/1973 a 02/2004	11.000
		34880000	08/1963 a 12/1981	282.000

Em cada estação fluviométrica foram determinadas as vazões específicas média, máxima e mínima e a vazão específica com 95% de garantia. Em seguida, para cada Sub-bacia, considerando os postos mais representativos, foram determinados os valores médios destas vazões. As vazões máximas, médias, mínimas e com 95% de garantia foram, então, estimadas para cada Sub-bacia.

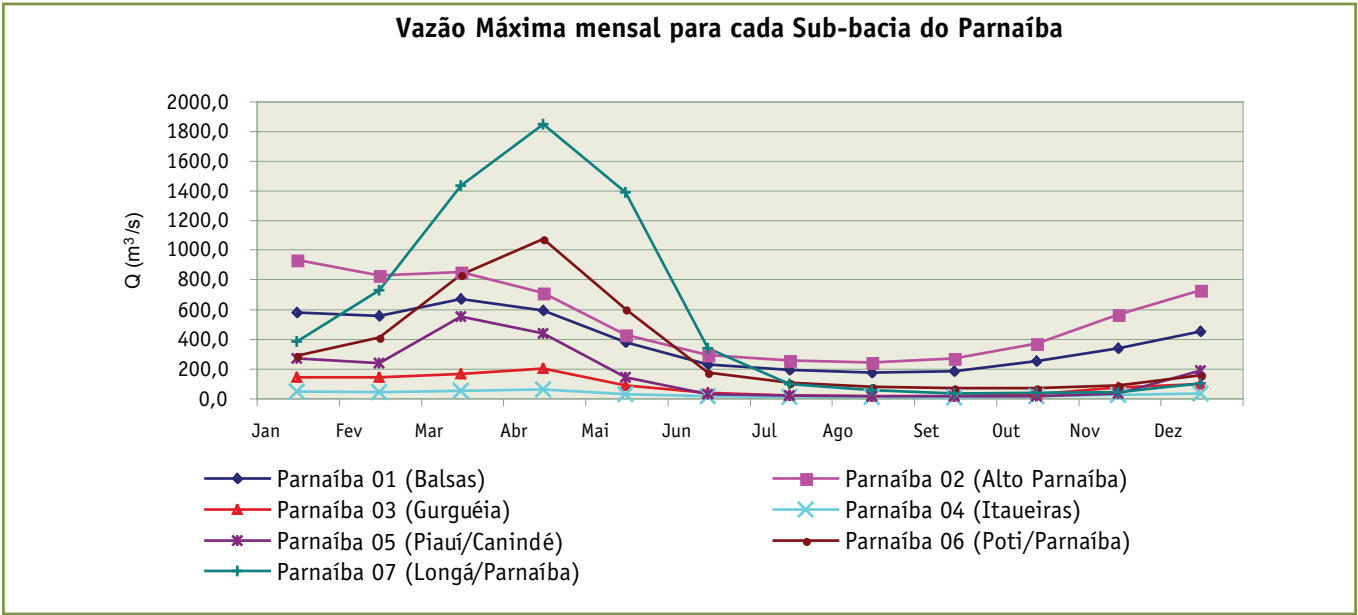
Na Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras) não existiam postos fluviométricos com dados consistidos, então foram utilizadas as vazões específicas da Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia), por apresentarem características semelhantes de clima e ambas estarem situadas na região do Cerrado.

Nas Figuras 23, 24 e 25 são apresentadas vazões médias, máximas e mínimas que ocorrem ao longo do ano nas sete Sub-bacias.



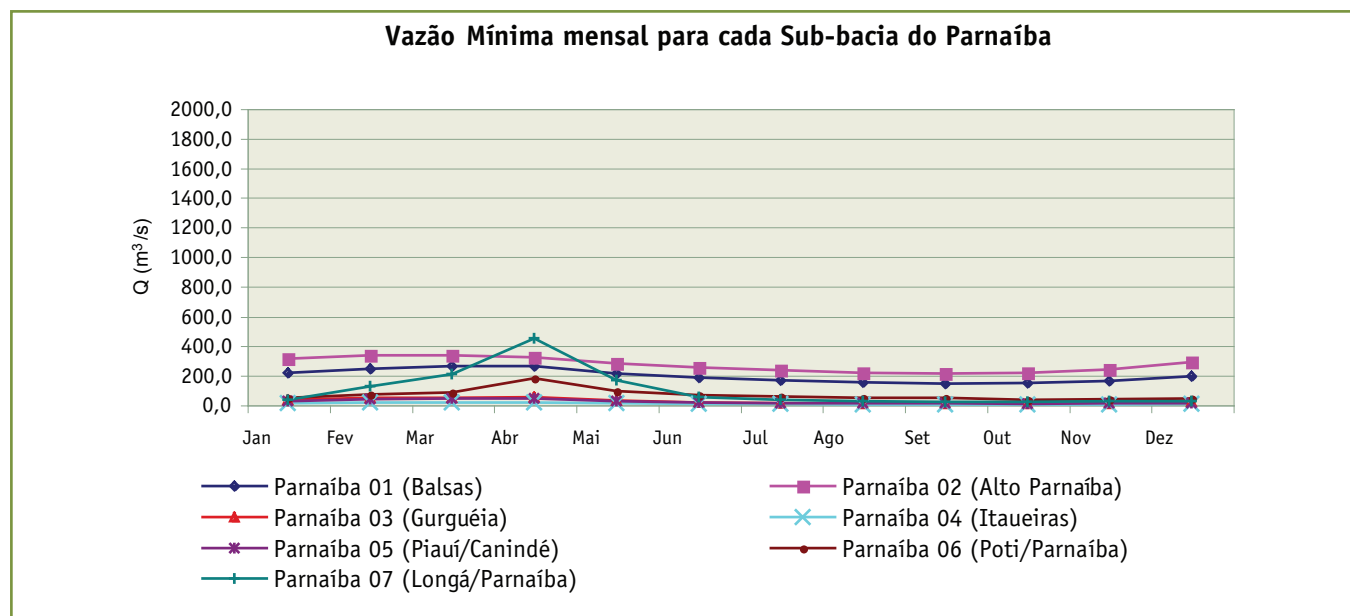
Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 23. - Vazões médias para cada Sub-bacia do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 24 - Distribuição mensal das vazões máximas médias estimadas para cada Sub-bacia do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 25 - Distribuição mensal das vazões mínimas médias estimadas para cada Sub-bacia do Parnaíba

Nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) as vazões médias começam a aumentar no mês de outubro, logo após o início das precipitações em setembro, atingem seus maiores valores no mês de março, quando começam a declinar até atingir os menores valores em agosto e setembro, como pode ser observado na Figura 24.

As Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) apresentam os menores valores de vazão média, com os maiores valores ocorrendo nos meses de março e abril, declinando até o menor valor, em junho. Estas três Sub-bacias apresentam os menores índices pluviométricos do Parnaíba, principalmente a Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé). A maioria de seus rios é intermitente e estão inseridos na região do Semi-árido e do Cerrado.

A Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), que nasce no Estado do Ceará, e termina nas proximidades de Teresina, apresenta um Regime de vazões médias similar ao regime de vazões das Sub-bacias do Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 03 (Gurguéia), no entanto atinge seu maior valor no mês de abril e declina rapidamente quando cessam as chuvas, com grande variação entre os maiores e menores valores que ocorrem durante o ano.

A Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) apresenta os maiores valores de vazão média da região do Parnaíba, em torno de 1.000 m³/s, no mês de abril, quando ocorrem os maiores valores de precipitação. Também apresenta a distribuição mais irregular, com valores próximos a zero a partir do mês de junho, principalmente no rio Longá, demonstrando características de torrencialidade, com variação muito grande entre os maiores e menores valores que ocorrem durante o ano.

A partir da análise dos valores máximos e mínimos de vazões distribuídas ao longo do ano, Figuras 25 e 26, respectivamente, pode-se perceber a grande variabilidade inter-anual de vazões no período chuvoso, entre os meses de fevereiro a maio para as Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras), Parnaíba 05 (Canindé/Piauí), Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) e entre os meses de dezembro e abril para as bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba).

As Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) apresentam o regime de vazões mais estável, com as menores diferenças entre mínimos e máximos, já as Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) apresentam os regimes de vazão mais instáveis, com grande variabilidade inter-anual, indicando a grande influência das variações climáticas sobre o regime de vazões (Figuras 25 e 26).



Com relação ao regime de vazões das Sub-bacias pode-se separa-las em três tipos diferentes:

- a) Regime mais estável: Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba);
- b) Regime intermediário: Sub-bacias dos rios Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé);
- c) Regime instável: Sub-bacia do Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba).

Para ilustrar a distribuição de vazões na Região Hidrográfica do Parnaíba, mostrando os diferentes regimes hídricos, é apresentada, na Figura 26, a distribuição das vazões médias, máximas e mínimas em alguns postos fluviométricos localizados nas Sub-bacias. Observam-se as baixas vazões que ocorrem no rio Gurguéia (34270000) e Piauí/Canindé (34270000) e a grande variabilidade de vazões médias mensais nos rios Poti (34770000) e Longá (34980000), típicos de região semi-árida que apresenta fortes chuvas concentradas em quatro meses do ano. Já as Sub-bacias

Balsas (34170000) e Alto Parnaíba (34070000), apresentam vazões com pouca variabilidade ao longo do ano. Pode-se observar, também, a grande variação de vazão ao longo do curso do rio Parnaíba (34070000, 34311000 e 34880000).

Considerações sobre a vazão média anual

A seguir se faz uma análise da vazão média anual nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba. Para calcular a vazão média em cada Sub-bacia obteve-se, primeiramente, dados dos postos fluviométricos, como descrito anteriormente. Comparando os valores obtidos desta maneira com os valores fornecidos em PNRH (2005) observou-se grande discrepância, como pode ser observado no Quadro 15.

Por meio de estudos já realizados em algumas Sub-bacias, como o Aridas/PI (1995), Plano Diretor das Bacias dos rios Piauí e Canindé (MMA, 2000) e Estudos Hidrológicos do Poti-Longá, ANA (2004a), outros valores foram obtidos, demonstrando novamente, grande discrepância de valores.

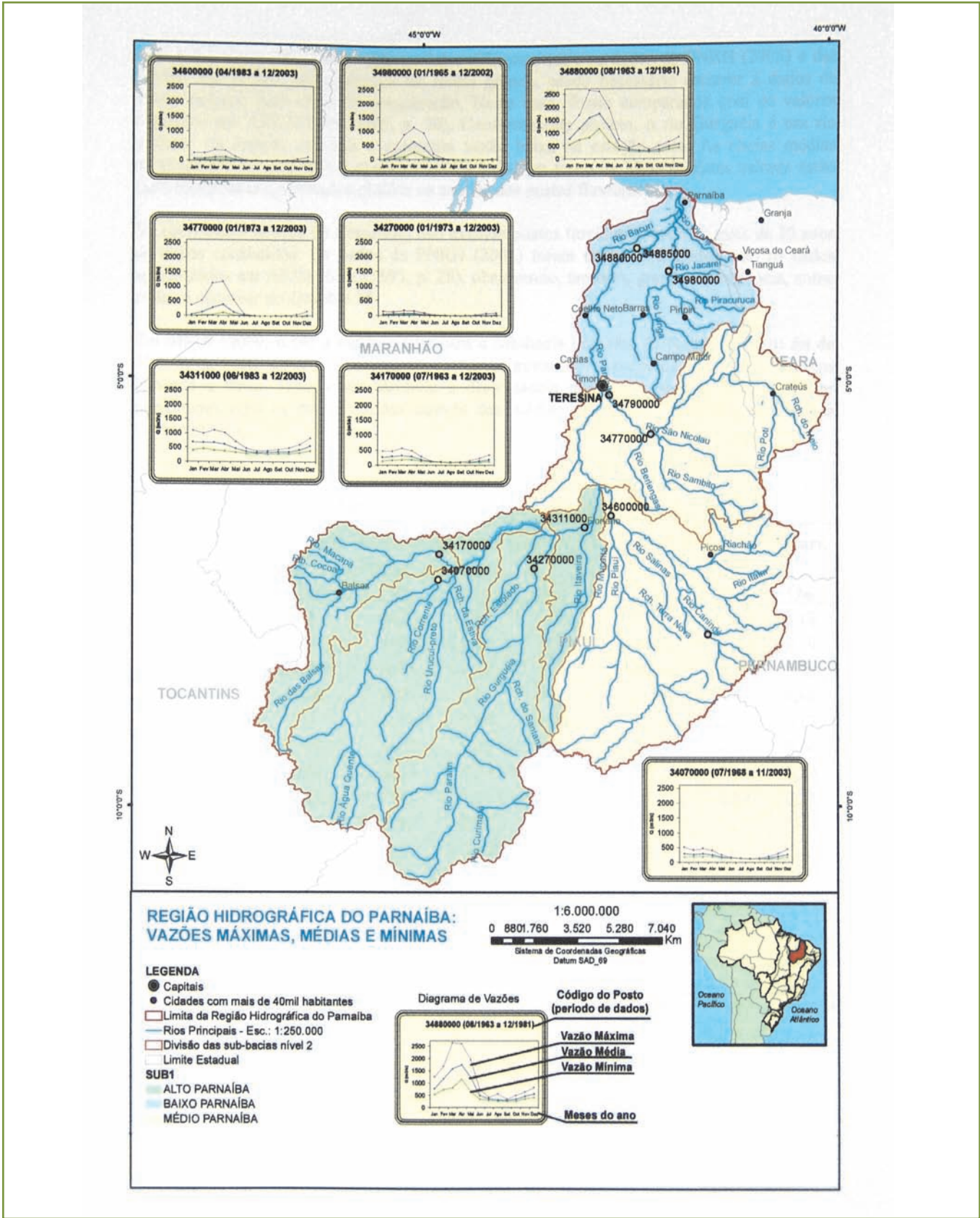
Quadro 15 - Vazões médias para as Sub-bacias da Região Hidrográfica Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Área (Km²)	Q (m³/s) <sup>1</sup>	Q (m³/s) <sup>2</sup>	Q (m³/s) <sup>3</sup>
Alto Parnaíba	Parnaíba 01 (Balsas)	25.590	133,6	252,9	
	Parnaíba 02 (Alto Parnaíba)	59.032	308,3	339,8	
	Parnaíba 03 (Gurguéia)	52.297	68,7	37,9	39,0
	Parnaíba 04 (Itaueiras)	14.726	19,3		2,0
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	75.193	98,7	34,2	41,3
	Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba)	62.143	79,1	128,2	77,0
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba)	42.821	55,4	272,0	94,9

<sup>1</sup> Valores fornecidos em PNRH (2005)  
<sup>2</sup> Valores obtidos através da vazão específica média dos postos fluviométricos com mais de 20 anos de dados em cada Sub-bacia  
<sup>3</sup> Valores obtidos considerando estudos específicos

A vazão média da Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), considerando estudos específicos contidos em ANA (2004a, p.28), foi estimada adicionando a vazão média do trecho sem a Bacia Hidrográfica do rio Poti com a vazão média do rio Poti apresentada no Quadro 16. A vazão média no trecho da Sub-bacia sem o rio Poti, cuja área é de 10.409,73Km², foi estimada com dados do posto 34660000 (Consistido, Média Diária, 06/1967 – 12/2003), operado pela ANA sobre o rio Parnaíba.

Da mesma maneira, a vazão média da Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) foi estimada considerando os dados contidos em ANA (2004a, p.29) para as vazões afluentes aos açudes da região, apresentada no Quadro 17, adicionada ao valor obtido de vazão média utilizando o posto 34880000 (Consistido, Média Diária, 08/1963 – 12/1981) do rio Parnaíba, no trecho da Sub-bacia sem o rio Longá, com área de 18.780Km².



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 26 - Vazões médias, máximas e mínimas em postos fluviométricos localizados nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Para a Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia) a diferença entre os dados do PNRH (2005) e das médias dos postos fluviométricos foi muito grande, sendo necessário recorrer a dados de outros estudos para título de comparação. Neste caso, foram comparados com os valores sugeridos em Aridas/PI (1995, p. 20). Conforme este projeto, o rio Gurguéia é um rio violento na estação chuvosa e apresenta vazão baixa na estação seca. As cheias médias máximas são de 200m³/s e descarga média anual em torno de 39m³/s. Estes valores estão mais similares aos resultados obtidos na análise dos postos fluviométricos.

Na Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras) não existem postos fluviométricos com mais de 20 anos de dados consistidos. Os dados de PNRH (2005) foram então comparados com os dados apresentados em Aridas/PI (1995, p. 28), observando, também, grande discrepância, como pode se observar no Quadro 15.

Em MMA (2000, p.19) a vazão média para a Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí) foi de 41,3m³/s, neste estudo consideraram-se vários postos fluviométricos das bacias dos rios Canindé e Piauí. Observa-se, também a discrepância dos dados apesar de haver maior semelhança com os dados obtidos através das médias das vazões específicas dos postos fluviométricos.

Quadro 16 - Disponibilidade hídrica (m³/s) da Bacia Hidrográfica do Rio Poti

Açude	Cenário 1: Séries naturais afluentes aos açudes				Cenário 2: Infra-estrutura atual		
	Q <sub>100</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>90</sub>	Q <sub>mtl</sub> <sup>2</sup>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>90</sub>
Colina	0	0,02	0,03	0,43	0,07	0,15	0,18
Flor do Campo	0,01	0,04	0,06	0,79	0,19	0,33	0,39
Carnaubal	0,04	0,18	0,27	3,19	1,10	1,68	1,86
Jaburu II	0,02	0,08	0,11	1,09	0,35	0,57	0,66
Cupim	0	0,02	0,03	0,28	0,11	0,15	0,17
Barra Velha	0	0,03	0,05	1,07	0,36	0,53	0,64
Sucesso	0,01	0,03	0,04	0,57	0,19	0,25	0,29
Realejo	0,01	0,03	0,04	0,54	0,21	0,29	0,34
Fronteiras	0,25	0,83	0,54	14,53	-	-	-
Inhuçu	0,05	0,28	0,39	4,25	-	-	-
Lontras	0,08	0,43	0,60	6,30	-	-	-
Castelo	0,32	1,44	2,01	35,06	-	-	-
Mesa de Pedra	0,24	0,78	1,07	10,73	3,72	4,95	5,63
Milagres	0,1	0,47	0,68	7,14	-	-	-
Total**	0,66	2,69	3,76	52,93	6,30	8,90	10,16

Fonte: ANA (2004, p. 29)

\*\* Bacia do rio Poti até o açude Castelo + bacias dos açudes do rio Sambito (Milagres e Mesa de Pedra)

<sup>2</sup> Q<sub>mtl</sub>: Vazão Média de Longo Prazo

Quadro 17 - Disponibilidade hídrica (m³/s) da Bacia Hidrográfica do Rio Longá

Açude	Cenário 1: Séries naturais afluentes aos açudes <sup>1</sup>				Cenário 2: Infra-estrutura atual		
	Q <sub>100</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>90</sub>	Q <sub>mit</sub> <sup>2</sup>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>90</sub>
Jaburu I	0,06	0,19	0,25	5,23	2,40	3,60	4,20
Piracuruca	0,84	2,49	3,16	18,02	8,05	11,25	13,08
Caldeirão	0,09	0,29	0,37	2,27	1,10	1,38	1,55
Tinguis	0,58	1,78	2,20	12,36	-	-	-
Corredores	0,10	0,37	0,52	3,40	1,45	2,00	2,23
Joana	0,03	0,13	0,18	1,64	0,45	0,63	0,74
Total*	1,55	4,77	6,06	42,92	13,45	18,86	21,80

Fonte: ANA (2004, p. 28)

<sup>1</sup> Afluências naturais da área de contribuição à montante do açude, inclui as áreas de contribuição aos açudes de montante.

<sup>2</sup> Q<sub>mit</sub>: Vazão média de longo termo

\* Bacia do Rio Piracuruca + Rio dos Matos + Bacias dos açudes Corredores e Joana

A discrepância entre as informações obtidas é consequência de diversos fatores como: (i) a correspondência de áreas das Sub-bacias entre os diversos estudos; (ii) postos fluviométricos utilizados e; (iii) metodologias diferenciadas. Assim sendo, pode-se concluir que a vazão média anual não é um parâmetro confiável para avaliar a disponibilidade hídrica na região.

Considerando que a finalidade do caderno regional é traçar um panorama geral da Região Hidrográfica para facilitar o entendimento das questões regionais quanto à gestão dos recursos hídricos e que a metodologia de elaboração do PNRH leva em conta a uniformização dos métodos para todas as Regiões Hidrográficas do país, foram consideradas, neste trabalho, as vazões fornecidas em PNRH (2005), conforme apresentado no Quadro 13.

Águas subterrâneas

Quanto às águas subterrâneas, é importante ressaltar que mais de 90% da área da região encontra-se em terrenos sedimentares, de origem Paleozóica (540 a 250 Ma) e com grande potencial aquífero, representado pela Bacia Sedimentar do Parnaíba, que ocupa, também, grande parte do estado do Maranhão. O desenvolvimento desta

Bacia permitiu a formação de camadas com elevada permeabilidade e porosidade intercaladas com camadas de menor permeabilidade, originando sistemas alternados de aquíferos e aquítarde/aquíclude. Formam aquíferos porosos e apresentam condições livres e confinadas, podendo ser, localmente, jorrantes.

Dentro da Região Hidrográfica do Parnaíba, os principais Sistemas Aquíferos são o Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí (Figura 27) utilizados, predominantemente, pelo estado do Piauí, representando a principal fonte de abastecimento de água para as populações residentes, principalmente, no semi-árido, onde os rios são intermitentes.

A porção aflorante do aquífero Serra Grande ocorre na região limítrofe entre os Estados do Piauí e Ceará, bem como no sul do Piauí, totalizando 30.450Km² de área. São frequentes condições de artesianismo ao longo da borda oriental neste aquífero. As vazões médias neste sistema variam entre 6,3 e 13,7m³/h em condições livres e confinadas, respectivamente (Quadro 18), com espessura média de 300m e reserva explotável de 12,7m³/s (Quadro 19). Parâmetros hidrodinâmicos são apresentados no Quadro 18. Os principais usos da água são o abastecimento humano, principalmente poços públicos, e irrigação.



O Sistema Aquífero Cabeças é considerado o de melhor potencial hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Parnaíba e tem comportamento livre e confinado. Sua área é estimada em 34.318Km<sup>2</sup>, adentrando os Estados do Tocantins e Bahia, além do Piauí. Sua espessura média é de 300m, com reserva explotável de 7,2m<sup>3</sup>/s (Quadro 19). No Vale do Gurguéia ocorre artesianismo jorrante, tendo sido perfurados vários poços nesta região, aproximadamente 264, sem projetos construtivos adequados, nas décadas de 1970 e 1980, em projetos de irrigação, ocasionando desperdício de água. As vazões médias dos poços neste sistema variam entre 12m<sup>3</sup>/h na porção livre

a 50,2m<sup>3</sup>/h na porção confinada. Parâmetros hidrodinâmicos deste aquífero são apresentados no Quadro 18.

O sistema Poti-Piauí aflora em grande parte da porção ocidental do Piauí, atingindo o sul do Pará e o nordeste do Tocantins, totalizando 117.012Km<sup>2</sup> de área, com maior abrangência de área na Bacia Sedimentar do Parnaíba. Sua espessura média é de 400m, com reserva explotável estimada em 130m<sup>3</sup>/s (Quadro 19). As vazões médias dos poços localizados nesta região variam entre 18m<sup>3</sup>/h na porção semi-livre e 40m<sup>3</sup>/h na porção semi-confinada (Quadro 18). Este quadro também apresenta parâmetros hidrodinâmicos.

Quadro 18 - Produtividade dos poços e parâmetros hidrodinâmicos dos principais Sistemas Aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba

Descrição	Serra Grande		Cabeças		Poti-Piauí	
	Livre	Confinado	Livre	Confinado	Livre	Confinado
Profundidade Média (m)	158	172	109	284	140	226
Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	6,3	14,7	12,0	50,2	18,0	40,0
Cap. Esp. Média (m <sup>3</sup> /h/m)	0,439	2,406	1,774	8,179	1,390	2,576
Poços Consultados	111	111	87	34	49	10
Transmissividade (m <sup>2</sup> /s)	3,0.10 <sup>-3</sup>	-	1,3.10 <sup>-2</sup>	-	1,7.10 <sup>-3</sup>	-
Cond. Hidráulica (m/s)	1,0.10 <sup>-5</sup>	-	5,4.10 <sup>-5</sup>	-	1,7.10 <sup>-5</sup>	-
Coef. de Armazenamento	-	4,3.10 <sup>-4</sup>	-	3,7.10 <sup>-4</sup>	2,0.10 <sup>-3</sup>	-

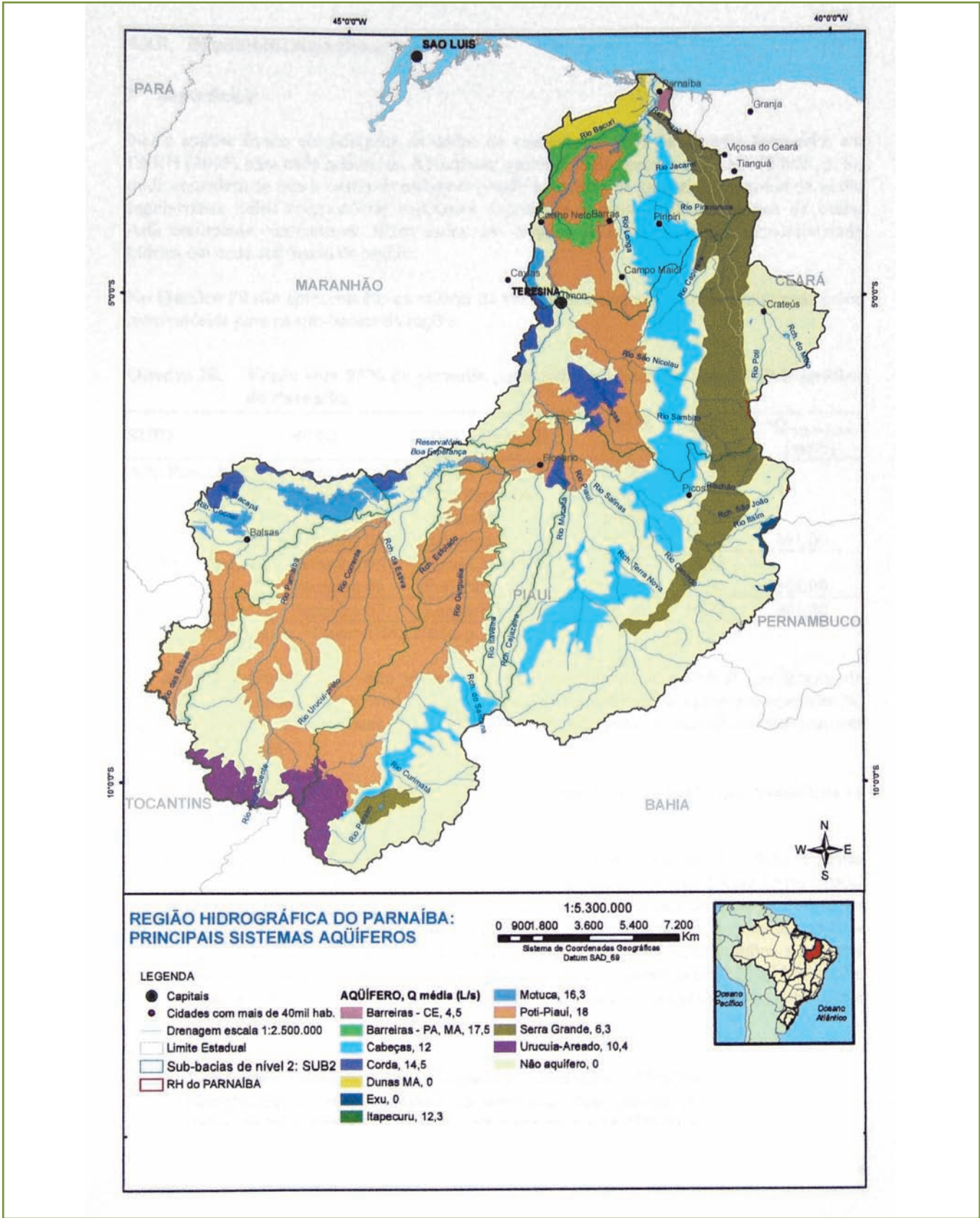
Fonte: ANA (2005, p. 53)

Quadro 19 - Disponibilidade de águas subterrâneas nos principais Aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba

Aquífero	Tipo <sup>1</sup>	Área de Recarga (Km <sup>2</sup> )	Espessura Média (m)	Precipitação (mm/ano)	Reserva (m <sup>3</sup> /s)	
					Renovável	Explotável <sup>2</sup>
Corda	P, L, C	35.266	160	1.371	46,0	9,2
Motuca	P, L	10.717	-	1.470	15,0	3,0
Poti-Piauí	P, L, C	117.012	400	1.342	650,0	130,0
Cabeças	P, L, C	34.318	300	1.104	36,0	7,2
Serra Grande	P, L, C	30.450	500	943	63,5	12,7

Fonte: ANA (2005, p. 44)

<sup>1</sup>P: Poroso; L: Livre; C: Confinado. <sup>2</sup>20% das reservas renováveis



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 27 - Principais sistemas aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba

Disponibilidade hídrica

Superficiais

Nesta análise foram considerados os dados de vazões com 95% de garantia fornecidos em PNRH (2005) para cada Sub-bacia. Aplicou-se a metodologia descrita em ANA (2005a, p. 6), em que se considera que a vazão de estiagem (vazão com 95%

de garantia), acrescida da vazão regularizada pelos reservatórios existentes, representa a disponibilidade hídrica da Bacia. Adicionalmente, procurou-se obter dados em estudos já existentes sobre disponibilidade hídrica em cada Sub-bacia da região.

No Quadro 20 são apresentados os valores de vazões de estiagem e vazão regularizada pelos reservatórios para as Sub-bacias da região.

Quadro 20 - Vazão com 95% de garantia para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Rios Principais	Q <sub>95</sub> % (m³/s)	q <sub>95</sub> % (L/s/ Km²)	*Q <sub>regularizada</sub> (m³/s)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	65,29	2,55	
	Parnaíba 02	Alto Parnaíba	150,61	2,55	
	Parnaíba 03	Gurguéia	16,68	0,32	
	Parnaíba 04	Itaueiras	4,70	0,32	301,00
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Piauí/Canindé	23,98	0,32	
	Parnaíba 06	Poti/Parnaíba	19,20	0,31	301,00
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Longá/Parnaíba	13,66	0,32	301,00

Fonte: SRH/MMA \*Fonte: ANA (2005a, p. 29)

Os dados do Quadro 20 não representam necessariamente a realidade em termos de disponibilidade hídrica superficial pois, além das vazões, existem as águas armazenadas em lagos e reservatórios. Com base em estudos existentes procurou-se quantificar estas reservas para cada Sub-bacia.

(a) **Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas)**: nenhum estudo foi identificado que quantifique os reservatórios ou lagoas nesta Sub-bacia;

(b) **Sub-bacia Parnaíba 02 (Alto Parnaíba)**: conforme Aridas/PI (1995) algumas pequenas lagoas são encontradas ao longo das várzeas dos cursos de água do rio Uruçuí Preto, todavia, não representam mananciais hídricos relevantes em volume. Podem ser citadas as lagoas do Choro, da Velha, do Félix e Sete Lagoas. Já no exutório da Sub-bacia encontra-se o reservatório da Boa Esperança, com 5,085 bilhões de m³, para a geração de energia elétrica, com capaci-

dade para 237mil kW e com volume útil de 1,917 bilhões de m³, podendo considerá-lo como o volume disponível para uso;

(c) **Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia)**: conforme Aridas/PI (1995), foram identificadas 11 lagoas naturais na Sub-bacia, cujo volume de água utilizável é da ordem de 16,3 milhões de m³/ano, correspondente a 15,13% da capacidade acumulada, utilizando-se um coeficiente variável de 0,10 a 0,17, dependendo das características da lagoa e do meio ambiente. No Quadro 21 são apresentados as principais lagoas com seus volumes e os respectivos volumes utilizáveis. Transformando estes valores em vazões, tem-se uma vazão de 0,52m³/s, que deverá ser adicionada à vazão com 95% de garantia na Bacia para representar a disponibilidade hídrica.

Quadro 21 - Lagoas mais importantes no Vale do Guruguéia

Lagoa	Município	Rio	A (Km <sup>2</sup> )	Cap.	Vol.
Lagoa do Peixe	Redenção	Paraim	3,4	11.900	1.190
Lagoa do Mesquita	Redenção	Guruguéia	1,0	3.500	350
Lagoa do Pau d' Arco	Curimatá	Curimatá	1,4	4000	400
Lagoa do Dionísio	D. Arcoverde	Paraim	0,5	1.750	175
Lagoa da Várzea	Gilbués	Pedregulho	1,0	3.600	262
Lagoa Calaloca	Gilbués	Guruguéia	0,5	1.550	232
Lagoa da Ilha	Gilbués	Guruguéia	0,5	1.550	232
Sem Nome	Gilbués	Guruguéia	0,7	2.170	326
Lagoa do Alegre	Gilbués	Guruguéia	0,4	1.240	186
Lagoa do Arraial	Gilbués	Guruguéia	0,9	2.790	418
Lagoa de Parnaguá	Parnaguá	Paraim	20,0	74.000	12.580
<b>TOTAL</b>			<b>30,3</b>	<b>108.050</b>	<b>16.351</b>

Fonte: Aridas/PI (1995)

Vol.: Volume Utilizável (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) por anoCap.: Capacidade (10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>)

(a) *Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras)*: nesta Sub-bacia, também foram extraído os dados do Aridas/PI (1995) que apresenta um volume utilizável das lagoas e reservatórios da ordem de 11,444 mil m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a uma vazão de 0,36m<sup>3</sup>/s. A lagoa do Pavuçu está situada no Município de Rio Grande do Piauí. Sua capacidade de armazenamento é de 3,7 milhões de m<sup>3</sup> e apresenta um volume utilizável de 444 mil m<sup>3</sup>/ano. As águas da barragem de Poços, no rio Itaueira, constituem um volume de 30 milhões de m<sup>3</sup> dos quais cerca de 9 milhões por ano podem ser utilizados para uso doméstico. Outras duas lagoas – de Flores e de Rio Grande – armazenam juntas 17 milhões de m<sup>3</sup> com um aproveitamento em torno de 2 milhões de m<sup>3</sup>. A disponibilidade hídrica desta Sub-bacia será a vazão com 95% de garantia mais o volume de água disponível nos lagos e açudes, totalizando 1,03m<sup>3</sup>/s. Nesta Sub-bacia será considerada, também, a vazão regularizada pelo reservatório Boa Esperança.

(e) *Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí)*: conforme estudo do Aridas/PI (1995), existem vários açudes e algumas lagoas nesta Sub-bacia. Considerando que os dados do projeto Aridas são de 1995 e que algumas barragens foram construídas neste intervalo de tempo, obteve-se dados do Planap/Codevasf para a Sub-bacia. No Quadro 22 apresenta-se a capacidade dos reservatórios construídos e em operação nesta Sub-bacia. Considerando um volume utilizável de 10% da capacidade total, tem-se uma disponibilidade de recursos hídricos de 106.505.980m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a uma vazão de 3,38m<sup>3</sup>/s. Existem, também, um conjunto de lagoas com capacidade considerável (Quadro 23) e segundo Aridas/PI (1995) o volume anual utilizável destas lagoas é de 12.370 mil m<sup>3</sup>/ano, correspondendo à vazão de 0,39m<sup>3</sup>/s. Somando-se ambas disponibilidades, tem-se 3,77m<sup>3</sup>/s.



Quadro 22 - Principais barragens construídas e em operação na Sub-bacia do Canindé/Piauí

Nome	Município	Capacidade (m³)
Aldeia	Jurema	7.236.200
Baixa Funda	São Raimundo Nonato	2.300.000
Barreiras	Fronteiras	52.800.000
Barro Vermelho	Jaicós	2.600.000
Beneditinos	Beneditinos	4.290.000
Bocaína	S. José do Piauí	106.200.000
Bonfim	São Raimundo Nonato	3.821.000
Cacimbas	Campinas do Piauí	6.987.000
Cajazeiras	Pio IX	24700000
Canário	São Raimundo Nonato	2.000.000
Caracol	São Raimundo Nonato	585.000
Castelo	Simplicio Mendes	2.400.000
Faz. do Meio	São Raimundo Nonato	9.000.000
Ingazeiras	Paulistana	25.700.000
Inharê	Pio IX	1.500.000
Mercador	Fronteiras	2.400.000
Nonato	São Raimundo Nonato	9.021.000
Palma	Jaicós	1.100.000
Pedra Redonda	Conceição do Canindé	216.000.000
Petrônio Portela	São Raimundo Nonato	181.248.096
Pimenteiras	Pimenteiras	2.160.000
Poços	S. Mendes	911.000
Saco Grande	Picos	73.091
Salinas	São Francisco do Piauí	387.407.413
Tinguís 1	Pimenteiras	1.920.000
Tinguís 2	Pimenteiras	2.500.000
Tiririca	Jaicós	4.800.000
Várzea da Cruz	Fronteiras	3.400.000
Capacidade Total		1.065.059.800
Volume Utilizável (10%)		106.505.980

Fonte: Aridas/PI (1995); Codevasf (2005)

Quadro 23 - Principais lagoas da Sub-bacia do Canindé/Piauí

Nome da lagoa	Município	RIO	Capacidade (m³)
Caracol	Caracol	Baixão do Tapúio	1.600.000
Grande do Boqueirão	S. J. do Piauí	Baixão da B. Esperança	43.700.000
Do Muquém	S. J. do Piauí	Baixão da B. Esperança	4.180.000
Do Boqueirão	S. J. do Piauí	Riacho S. Domingos	4.500.000
Do Peixe	S. J. do Piauí	Riacho do Peixe	2.500.000
Do Quartel	Nazaré do Piauí	Piauí	7.980.000
De Nazaré	Nazaré do Piauí	Piauí	35.000.000
Do Mussolini	Oeiras	Salinas	12.040.000
Feitoria	Oeiras	Salinas	6.450.000
Tapera	Oeiras	Salinas	2.150.000
Da Várzea	D. Arcoverde	Riacho Pedregulho	3.600.000
Do Riacho	S. José do Peixe	Fidalgo	
Total (m³)			123.700.000
Utilizável (m³)			12.370.000

Fonte: Aridas/PI (1995)

- (f) **Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba):** em ANA (2004, p. 29) é apresentada a disponibilidade hídrica para a Bacia hidrográfica do rio Poti considerando a vazão regularizada pelos açudes existentes na Bacia (Quadro 16), onde o valor de vazão, com 95% de garantia, é 8,9m³/s. No entanto, neste estudo não foi considerado o trecho desta Sub-bacia correspondente ao rio Parnaíba. Desta maneira, considerou-se a vazão de estiagem (95% de garantia) fornecida em PNRH (2005) para esta Sub-bacia adicionada à vazão regularizada pelo reservatório Boa Esperança, cujo valor é de 301m³/s, conforme ANA (2005a, p. 29);
- (g) **Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba):** foi determinada a disponibilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do rio Longá em ANA (2004, p. 28), cujo valor

foi de 18,86m³/s (Quadro 17). Da mesma maneira que ocorreu com a Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), este estudo não contempla o trecho onde escoa o rio Parnaíba. Assim, considerou-se que a disponibilidade hídrica nesta Sub-bacia é a vazão com 95% de garantia fornecida em PNRH (2005) adicionada à vazão regularizada pelo Reservatório Boa Esperança.

O Quadro 24 apresenta a disponibilidade hídrica para cada Sub-bacia considerando os volumes disponíveis nos lagos e reservatórios.

Quadro 24 - Disponibilidade hídrica superficial para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Q <sub>95</sub> % (m³/s)	Vazão Regularizada (m³/s)	Disponibilidade em Lagos e Reservatórios (m³/s)	Disponibilidade Total (m³/s)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	65,29	-	-	65,29
	Parnaíba 02	150,61	-	-	150,61
	Parnaíba 03	16,68	-	0,52	17,20
	Parnaíba 04	4,70	301,0	0,36	306,06
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	23,98	-	3,77	27,75
	Parnaíba 06	19,20	301,0	-	320,20
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	13,66	301,0	-	314,66

Subterrâneas

Para estimar a disponibilidade hídrica subterrânea em cada Sub-bacia do Parnaíba, determinou-se a área de recarga dos Aqüíferos pertencentes às Sub-bacias. Estas áreas foram determinadas utilizando o mapa hidrogeológico (1:250.000) da região. Para cada Sub-bacia foi calculado o valor percentual em área dos Aqüíferos.

Foram aplicados os valores percentuais em área à reserva

explotável, correspondendo a 20% das reservas renováveis de cada Aqüífero, apresentada em ANA (2005a), conforme Quadro 25. No Quadro 26 são apresentados os valores percentuais de cada Aqüífero nas Sub-bacias. Por fim, foi possível obter a reserva explotável para cada Sub-bacia, apresentada no Quadro 27.

Esta é uma aproximação, haja vista que, em alguns casos, a área de recarga pode ser pequena na Sub-bacia, mas a parte confinada do Aqüífero pode ser maior.

Quadro 25 - Reservas explotáveis nos Aqüíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sistema aquífero	Tipo	Área de Recarga (Km²)	Espessura média (m)	Precipitação (mm/ano)	Reserva (m³/s)	
					Renovável	Explotável*
Itapecuru	P, L	204.979	100	1.836	1074,0	214,8
Corda	P, L, C	35.266	160	1.371	46,0	9,2
Motuca	P, L	10.717	-	1.470	15,0	3,0
Poti-Piauí	P, L, C	117.012	400	1.342	650,0	130,0
Cabeças	P, L, C	34.318	300	1.104	36,0	7,2
Serra Grande	P, L, C	30.450	500	943	63,5	12,7
Urucaia-Areado	P, L	144.086	300	1.294	1182,0	236,4
Exu	P, L	6.397	-	777	3,0	0,6
Barreiras	P, L, C	176.532	60	1.938	1085,0	217,0

Fonte: ANA (2005a, p. 44)

\* reserva explotável = 20% da reserva renovável; P: Poroso; L: Livre; C: Confinado

Quadro 26 - Áreas de recarga dos aquíferos em cada Sub-bacias do Parnaíba

Aquífero	Área (Km²)	Parnaíba 01		Parnaíba 02		Parnaíba 03		Parnaíba 04		Parnaíba 05		Parnaíba 06		Parnaíba 07		Parnaíba	
		(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)	(Km²)	(%)
Barreiras (CE)	176.532		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	331	0,2	331	0,2
Barreiras (MA-PA)	176.532		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	5.824	3,3	5.824	3,3
Cabeças	34.318		0,0		0,0	3.481	10,1		0,0	11.190	32,6	8.203	23,9	6.123	17,8	28.996	84,5
Corda	35.266	1.440	4,1	575	1,6		0,0	460	1,3	327	0,9	3.390	9,6	168	0,5	6.361	18,0
Dunas (MA)	22.119		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	3.319	15,0	3.319	15,0
Exu	6.397		0,0		0,0		0,0		0,0	520	8,1		0,0		0,0	520	8,1
Itapecuru	204.979		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	91	0,0	91	0,0
Motuca	10.717	915	8,5	168	1,6		0,0		0,0		0,0		0,0	790	7,4	1.874	17,5
Poti-Piauí	117.012	6.277	5,4	29.101	24,9	23.367	20,0	3.011	2,6	3.721	3,2	10.589	9,0	9.749	8,3	85.814	73,3
Serra Grande	30.450		0,0		0,0	1.575	5,2		0,0	7.543	24,8	14.298	47,0	5.058	16,6	28.474	93,5
Urucuia-Areado	144.086		0,0	393	2,7	3.305	2,3		0,0		0,0		0,0		0,0	7.248	5,0

Quadro 27 - Reserva Hídrica em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba (m³/s e L/s/Km²)

		Alto Parnaíba								Médio Parnaíba				Baixo Parnaíba		Total	
Aquífero	Res. Exp. (m³/s)	Parnaíba 01		Parnaíba 02		Parnaíba 03		Parnaíba 04		Parnaíba 05		Parnaíba 06		Parnaíba 07			
		m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²	m³/s	L/s/Km²
Barreiras (CE)	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1,230	0,4	1,230
Barreiras (MA-PA)	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	1,229	7,2	1,229
Cabeças	7,2	0	0	0	0	0,7	0,210	0	0	2,38	0,210	1,7	0,210	1,3	0,210	6,1	0,210
Corda	9,2	0,4	0,261	0,1	0,261	0	0	0,1	0,261	0,1	0,261	0,9	0,261	0,1	0,261	1,7	0,261
Dunas (MA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exu	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,094	0	0	0	0	0,05	0,094
Itapecuru	214,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1,044	0,1	1,044
Motuca	3	0,3	0,280	0,05	0,280	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,280	0,5	0,280
Poti-Piauí	130	7,0	1,111	32,3	1,111	26,0	1,111	3,3	1,109	4,1	1,111	11,8	1,111	10,8	1,111	95,3	1,111
Serra Grande	12,7	0	0	0	0	0,7	0,417	0	0	3,1	0,417	6,0	0,417	2,1	0,417	11,9	0,417
Urucuia-Areado	236,4	0	0	6,5	1,641	5,4	1,641	0	0	0	0	0	0	0	0	11,9	1,641
Total		7,6	1,652	39,0	3,292	32,7	3,378	3,5	1,370	9,8	2,092	20,3	2,000	22,1	5,782	135,1	7,516



## Qualidade das águas

Muitas vezes a disponibilidade de água é limitada por sua própria qualidade. Assim, é necessário avaliar, com mais detalhes, a qualidade das águas das Sub-bacias do Parnaíba.

Um dos fatores mais freqüentes que contribuem para a degradação da qualidade da água é o lançamento de esgoto *in natura* nos rios, reservatório e lagos, podendo provocar um aumento dos processos de eutrofização nos lagos e reservatórios e um rápido decaimento do oxigênio dissolvido nos rios. A falta de oxigênio na água promove processos de degradação da matéria orgânica de forma anaeróbia, resultando em eliminação de gases como o metano e o gás sulfídrico, fazendo com que a água se torne inadequada para o uso doméstico, haja um encarecimento dos sistemas de tratamento de água e aumente a mortalidade da biota aquática.

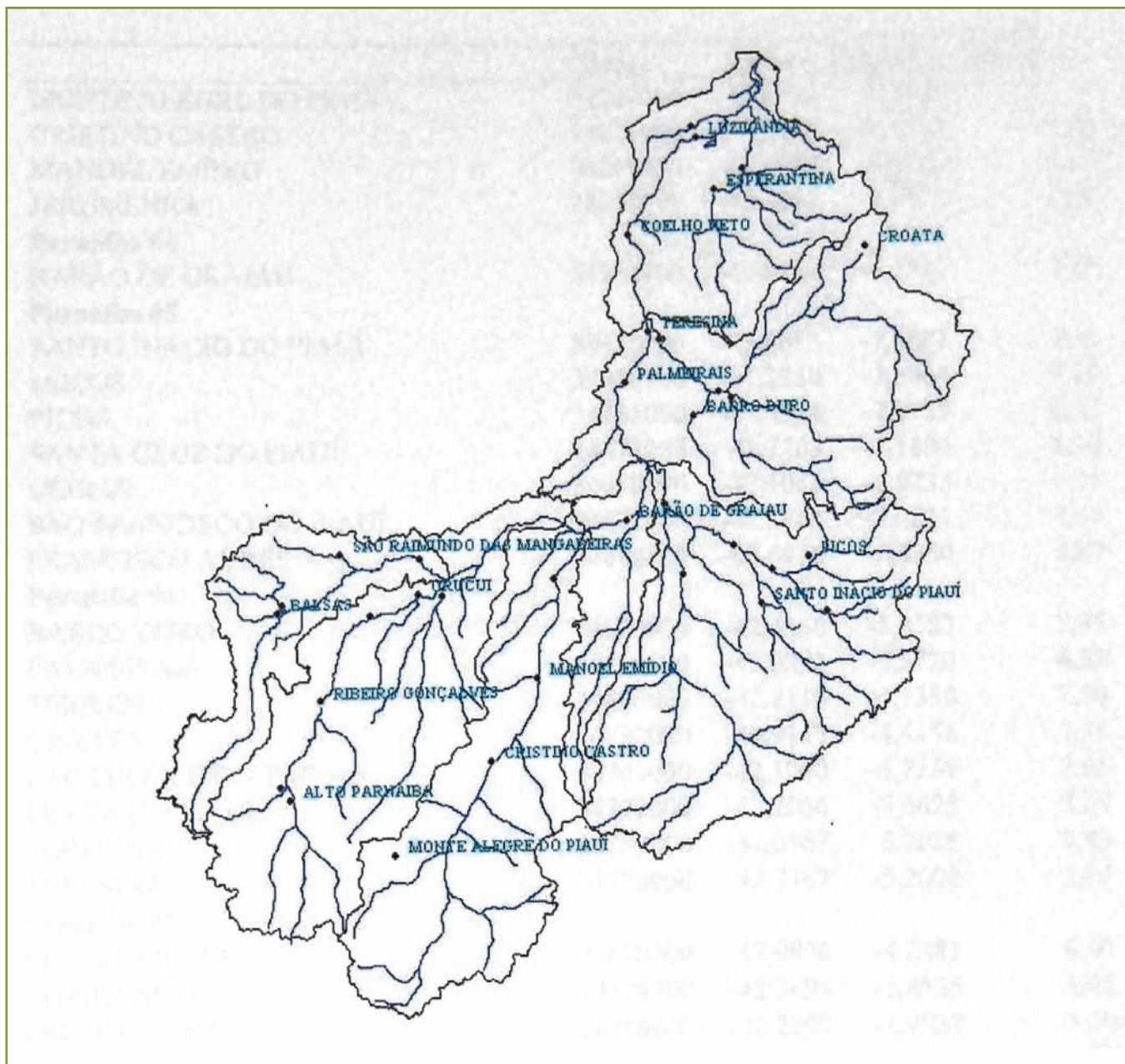
O teor de oxigênio dissolvido na água pode ser um ótimo indicador da sua qualidade, tanto para o uso doméstico quanto para a preservação da diversidade aquática. Águas com oxigênio próximo à saturação indicam equilíbrio entre consumo e respiração das espécies aquáticas, enquanto que águas com baixos teores de oxigênio, indicam maior consumo, ou seja maior disponibilidade de matéria orgânica. Por outro lado, águas com oxigênio acima da saturação indicam desequilíbrio da diversidade biológica, podendo ocorrer a predominância de algumas espécies fitoplânctônicas, sugerindo processos de eutrofização, por excesso de nutrientes, principalmente em águas lentas, como lagos e reservatórios.

Na Região Hidrográfica do Parnaíba existem 33 estações de medição de oxigênio dissolvido operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA. A análise de dados já coletados, indica teores aceitáveis de OD em quase toda a região, conforme Resolução Conama n.º 357, de 17 de março de 2005, que define 5mg/L de O<sub>2</sub> para águas de classe 2. No Quadro 28 são apresentados os valores médios determinados com os dados das estações localizadas no Parnaíba (Figura 28).

Valores abaixo de 5,0mg/L foram encontrados nas Sub-bacias do Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 05 (Piauí/Ca-nindé) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba). Estas Sub-bacias têm uma variedade de rios intermitentes e em épocas de estiagem a vazão é muito baixa, com limitada capacidade de

assimilar as cargas orgânicas, consumindo grande parte do oxigênio disponível. O despejo do esgoto sanitário diretamente nos rios é, provavelmente, o principal fator para o decaimento deste parâmetro nestas localidades.

Na cidade de Teresina existem duas estações de medição, uma delas apresenta valor bem acima do proposto para águas de classe 2 e a outra estação apresenta valor próximo ao mínimo aceitável para a classe. Esta diferença deve-se à localização das estações, pois a estação 34790000 está localizada no rio Poti, que drena uma região semi-árida com baixas vazões de estiagem e, conseqüentemente, limitada capacidade de assimilação da matéria orgânica, enquanto que a estação 34780000 está localizada no rio Parnaíba, mais caudaloso e com alta capacidade de assimilação da matéria orgânica.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 28 - Localização das estações de medidas de Oxigênio Dissolvido (OD) operadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), na Região Hidrográfica do Parnaíba

Quadro 28 - Valores médios de Oxigênio Dissolvido (mg/L) nas estações operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA

	Código	Latitude	Longitude	OD (mg/L)
<b>Parnaíba 01</b>				
Balsas	34130000	-46,0358	-7,5344	9,75
Balsas	34140000	-46,0000	-7,4667	8,80
São Raimundo das Mangabeiras	34145000	-45,5008	-7,0372	9,50
São Félix de Balsas	34170000	-44,8125	-7,0814	6,50
<b>Parnaíba 02</b>				
Alto Parnaíba	34020000	-45,9261	-9,1131	9,35
Alto Parnaíba	34030000	-46,0058	-9,0083	8,75
Ribeiro Gonçalves	34040000	-45,6667	-8,2808	9,25
Ribeiro Gonçalves	34040500	-45,6683	-8,2708	9,00
<b>Parnaíba 03</b>				
Monte Alegre do Piauí	34230000	-45,0292	-9,5781	6,10
Cristino Castro	34251000	-44,2058	-8,7925	7,30
Manoel Emídio	34261000	-43,8050	-8,0975	3,70
Jerumenha	34270000	-43,6489	-7,2475	6,92
<b>Parnaíba 04</b>				
Barão de Grajaú	34311000	-43,0264	-6,7622	7,14
<b>Parnaíba 05</b>				
Santo Inácio do Piauí	34420000	-41,8653	-7,4681	4,55
Jaicos	34450000	-41,2950	-7,5464	7,20
Picos	34465000	-41,4544	-7,0728	6,75
Santa Cruz do Piauí	34471000	-41,7703	-7,1894	8,10
Oeiras	34480000	-42,1061	-6,9733	4,30
São Francisco do Piauí	34571000	-42,5444	-7,2331	4,50
Francisco Ayres	34600000	-42,6978	-6,6250	5,69
<b>Parnaíba 06</b>				
Barro Duro	34620000	-42,4356	-5,8583	5,95
Palmeirais	34660000	-43,0242	-5,5728	6,55
Teresina	34690000	-42,8119	-5,1356	7,50
Croata	34730000	-40,9117	-4,4156	3,55
São Miguel do Tapuio	34760000	-42,1000	-5,7139	7,65
Prata do Piauí	34770000	-42,2056	-5,6625	7,05
Teresina	34789000	-42,6967	-5,2025	9,48
Teresina	34790000	-42,7167	-5,2000	5,59
<b>Parnaíba 07</b>				
Coelho Neto	34820000	-42,9856	-4,2881	6,50
Luzilândia	34879500	-42,3694	-3,4525	5,92
Esperantina	34940000	-42,2297	-3,9028	5,20
Piracuruca	34980000	-41,9742	-3,7239	6,25
São Bernardo	34988000	-42,4197	-3,3600	7,10

Outro parâmetro indicativo da poluição por esgotos domésticos é a carga de DBO5 dias, 20°C, ou seja, Demanda Bioquímica de Oxigênio com cinco dias a uma temperatura

constante de 20°C. No Quadro 29 pode-se observar valores de carga de DBO para as Sub-bacias do Parnaíba.

Quadro 29 - Valores de DBO5 dias, 20°C para as Sub-bacias do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Área (Km²)	População (2000)	*Q <sub>95</sub> (m³/s)	*Carga (t DBO/dia)	Carga (mg/L)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.590	118.966	65,29	4,62	0,819
	Parnaíba 02	59.032	130.021	150,61	3,11	0,239
	Parnaíba 03	52.297	238.687	16,68	4,62	3,200
	Parnaíba 04	14.726	102.862	4,70	3,70	9,110
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	75.193	627.517	23,98	14,83	7,100
	Parnaíba 06	62.143	1.715.876	19,20	72,54	43,700
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.821	1.053.171	13,66	30,77	26,070

\*Fonte: Base de dados PNRH (2005)

Observa-se que os maiores valores ocorrem nas Sub-bacias que drenam regiões semi-áridas, ou seja, Sub-bacias Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), as quais apresentam baixas vazões de estiagem e Sub-bacias com os maiores contingentes populacionais, como as Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), onde se localiza o Município de Teresina, o mais populoso da Região Hidrográfica, e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) onde está localizado o Município de Parnaíba, segundo maior em população.

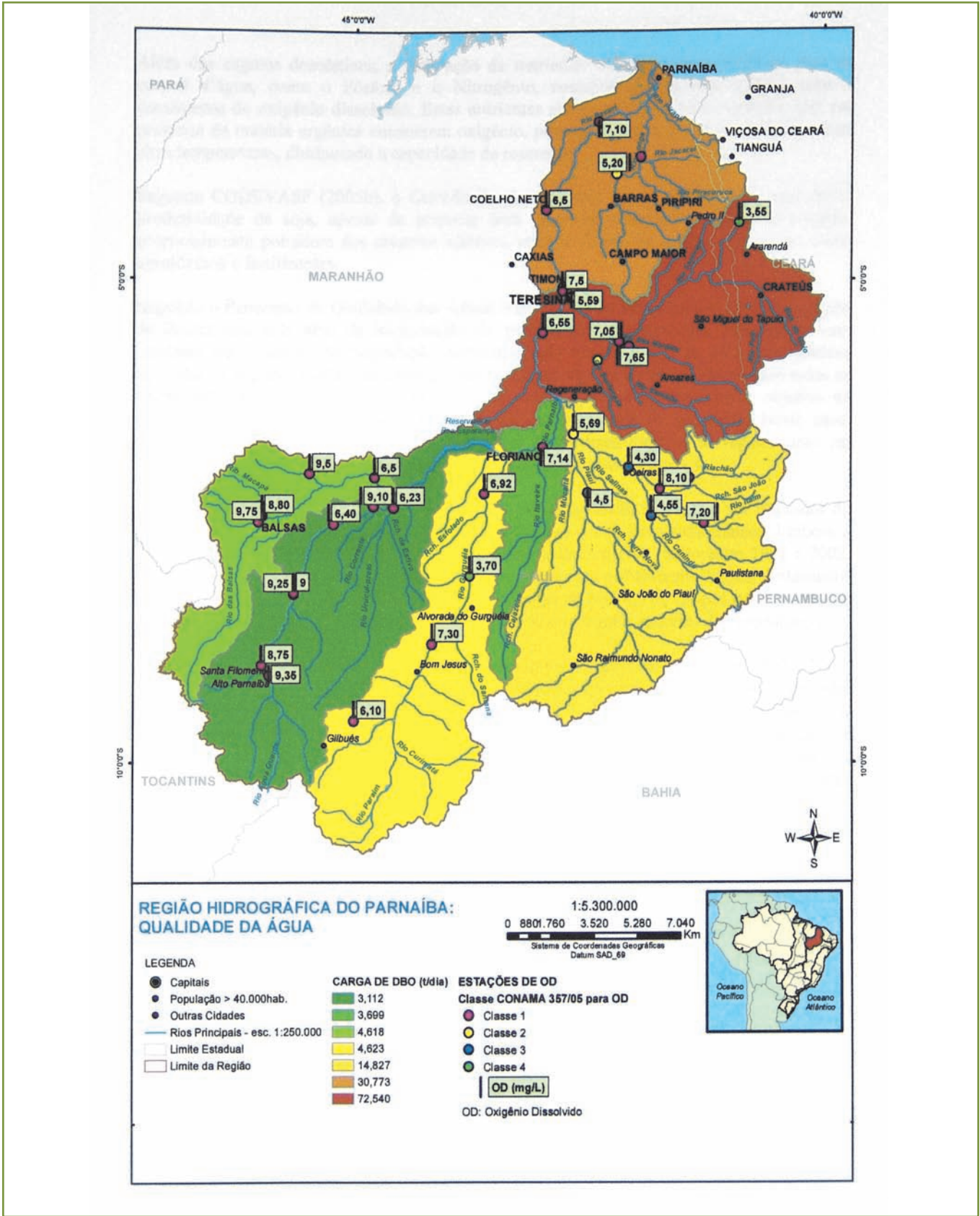
Para se ter uma idéia, se fossem lançadas toda a carga de DBO em um único ponto da Sub-bacia, no período de estiagem (pior condição de vazão para a qualidade da água), igual a vazão com 95% de garantia, a Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), em seu ponto de lançamento teria 43,7mg/L de DBO para ser auto-depurado. Por outro lado, fazendo a mesma análise para a Sub-bacia Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), a concentração no ponto de lançamento seria 0,239mg/L. Já na Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras), com pequena carga de DBO, a concentração no ponto de lançamento seria 9,11mg/L, maior que na Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí) que possui uma carga de DBO cinco vezes maior. Assim é de fundamental importância avaliar o potencial de auto-depuração dos cursos de água, considerando a vazão de estiagem.

A Figura 29 apresenta a situação da qualidade da água na

Região Hidrográfica do Parnaíba, considerando as cargas de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), teores médios de oxigênio dissolvido (OD) nas estações de monitoramento operadas pela ANA e a classificação, considerando apenas o parâmetro OD, conforme Resolução Conama n.º 357/2005. Alguns pontos nas Sub-bacias apresentaram Classe 4, principalmente nas Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), não significando, no entanto, que estas águas deveriam estar nesta classificação.

Conforme a Resolução Conama n.º 357/2005, as águas de Classe 4 não podem ser utilizadas para abastecimento urbano, sendo utilizada apenas à navegação e à harmonia paisagística. Vale salientar que os valores de OD obtidos nestas estações não representam, necessariamente, a realidade, pois a quantidade de dados ainda é muito pequena. As classes estabelecidas pelo Conama são determinadas em função dos diversos usos da água, privilegiando o uso para o abastecimento humano. Logo, é necessário classificar a água conforme o uso e não de acordo com as concentrações de parâmetros indicativos de qualidade, existentes. Os valores de concentrações são requisitos necessários para os diversos usos, conforme a classe determinada. Para que ocorra a manutenção da classe de água são necessários o monitoramento e medidas corretivas, de forma que o corpo hídrico se mantenha na classe determinada de acordo com seu uso.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 29 - Qualidade da água na Região Hidrográfica do Parnaíba

Além dos esgotos domésticos, a lixiviação de nutrientes utilizados na agricultura para os corpos de água, como o fósforo e o nitrogênio, contribui de maneira indireta para o decaimento do oxigênio dissolvido. Estes nutrientes são essenciais à biota aquática, que em presença de matéria orgânica consomem oxigênio, principalmente em ambientes lóticos com altas temperaturas, diminuindo a capacidade de reaeração.

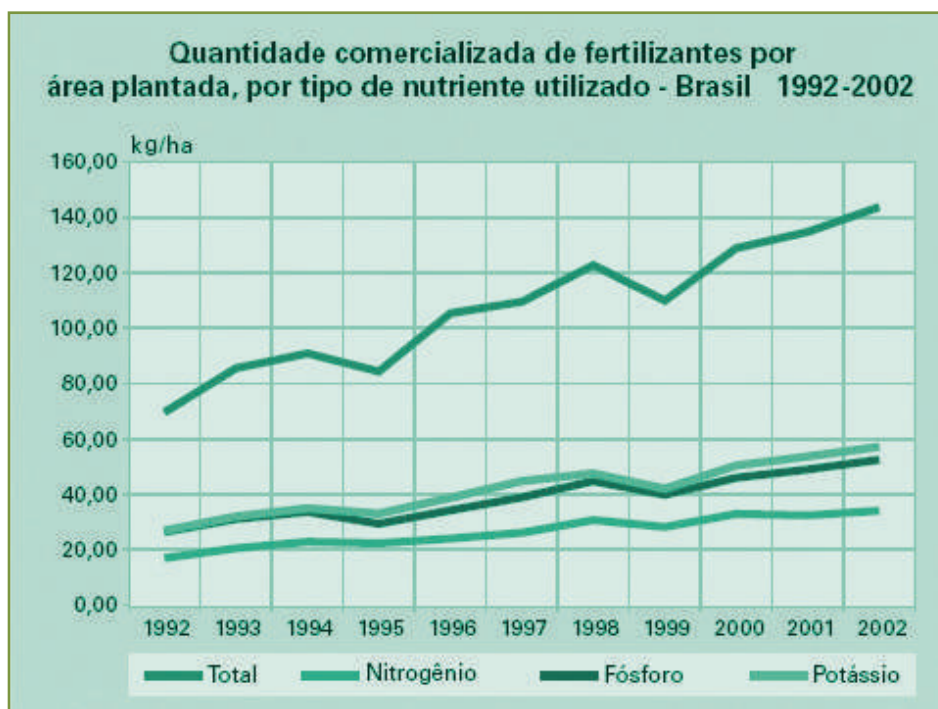
Segundo Codevasf (2005b), o Cerrado piauiense é uma das regiões do país com maior produtividade de soja, apesar da pequena área plantada, tornando-se assim uma região potencialmente poluidora dos recursos hídricos, através do uso de insumos agrícolas, como agrotóxicos e fertilizantes.

Segundo o Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil (ANA, 2005b), a região de Balsas tem sido alvo da implantação de grandes projetos agrícolas. Atualmente vem sofrendo um processo de degradação ambiental pelo uso intensivo do solo para práticas agrícolas. A região é conhecida como grande produtora de soja do Maranhão e quase todos os empreendimentos desta natureza têm utilizado tecnologias avançadas, com o objetivo de aumentar os índices de produtividade e minimizar os custos de produção. Neste caso, também, se depara com possíveis impacto sobre os recursos

hídricos da região, tanto em cargas de nutrientes, como no assoreamento dos rios pela erosão dos solos.

De acordo com IBGE (2004), o uso de fertilizantes na agricultura pode ser um indicador do risco à qualidade da água dos rios, lagos, reservatórios e aquíferos subterrâneos. Embora a quantidade de fertilizantes comercializada por área tenha crescido muito entre 1992 e 2002, há algumas oscilações no período que podem ser explicadas por diversos fatores, destacando-se entre esses as dificuldades cambiais e as mudanças na política de crédito rural (variações no valor das taxas de juros e nas exigências de aporte de recursos próprios dos produtores).

Entre os fertilizantes, o potássio apresentou o maior crescimento relativo entre 1992 e 2002, embora o consumo de todos os nutrientes tenha crescido em torno de duas vezes no período (Figura 30). O potássio e o fósforo apresentam consumo similar e mais alto que o nitrogênio. O menor consumo de nitrogênio está associado a seu baixo uso na cultura de soja, que se aproveita da fixação biológica deste nutriente. Esta é uma das vantagens ambientais da agricultura brasileira, pois os nitratos, resultantes dos processos de utilização dos nutrientes pelas plantas são altamente prejudiciais aos corpos de água, tanto superficiais, como subterrâneos.



Fonte: IBGE (2004, p. 34)

Figura 30 - Principais fertilizantes utilizados na agricultura brasileira

Para construir um índice que avalie o uso de fertilizantes, o IBGE adaptou informações sobre vendas de fertilizantes e

área plantada. No Quadro 30, apresentam-se os principais fertilizantes utilizados na Região Nordeste e no Brasil.

Quadro 30 - Área plantada das principais culturas, quantidade de fertilizantes entregues ao consumidor final e utilização por unidade de área, por tipo de nutriente utilizado, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação – 2002

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Utilização por unidade de área (Kg/ha)			
	Total	Tipo de nutriente utilizado		
		Nitrogênio (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio (K <sub>2</sub> O)
<b>Brasil</b>	<b>143,62</b>	<b>33,93</b>	<b>52,50</b>	<b>57,19</b>
<b>Norte</b>	<b>43,82</b>	<b>8,13</b>	<b>18,13</b>	<b>17,56</b>
Rondônia	22,64	3,21	10,55	8,88
Acre	2,03	0,94	0,59	0,50
Amazonas	13,00	3,55	3,60	5,85
Roraima	230,13	32,60	107,26	90,27
Pará	30,75	6,81	11,88	12,06
Amapá	105,79	19,53	27,90	58,37
Tocantins	112,00	19,09	47,68	45,23
<b>Nordeste</b>	<b>59,86</b>	<b>15,21</b>	<b>19,80</b>	<b>24,84</b>
Maranhão	61,41	8,53	26,93	25,95
Piauí	26,74	2,98	11,82	11,94
Ceará	6,00	2,68	1,31	2,00
Rio Grande do Norte	41,87	13,71	9,46	18,70
Paraíba	32,00	10,66	5,38	15,96
Pernambuco	56,27	20,53	11,24	24,50
Alagoas	118,25	42,06	20,98	55,20
Sergipe	30,36	11,55	8,25	10,56
Bahia	91,41	21,08	34,19	36,14
<b>Sudeste</b>	<b>207,96</b>	<b>67,50</b>	<b>58,04</b>	<b>82,42</b>
Minas Gerais	220,55	67,17	70,10	83,27
Espírito Santo	110,73	39,32	19,69	51,71
Rio de Janeiro	61,30	19,44	15,65	26,22
São Paulo	217,91	73,48	56,19	88,24
<b>Sul</b>	<b>134,60</b>	<b>32,75</b>	<b>50,63</b>	<b>51,23</b>
Paraná	124,51	29,14	48,50	46,87
Santa Catarina	148,94	56,35	47,96	44,64
Rio Grande do Sul	142,89	31,41	53,70	57,78
<b>Centro-Oeste</b>	<b>199,81</b>	<b>27,38</b>	<b>89,89</b>	<b>82,54</b>
Mato Grosso do Sul	168,09	28,08	70,15	69,87
Mato Grosso	208,77	23,28	97,42	88,07
Goiás	202,43	32,91	88,71	80,82
Distrito Federal	273,91	59,31	119,69	94,91

Fontes: Anuário estatístico do setor de fertilizantes (2002); São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos (2003); Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2002. Rio de Janeiro: IBGE, v. 14, 2002-2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/pub/>> apud IBGE (2004, p. 36)

Observa-se no Quadro 30 que nos Estados integrantes da Região Hidrográfica do Parnaíba a maior utilização de fertilizantes é no Estado do Maranhão, seguido do Piauí e Ceará. Comparando com Estados da Região Norte, apontados como fronteiras agrícolas, com crescentes áreas plantadas com soja, como Roraima, Amapá e Tocantins, os Estados da Região Hidrográfica do Parnaíba estão ainda muito abaixo e bem abaixo da média nacional.

O nutriente mais utilizado pelos Estados integrantes da região do Parnaíba é o fosfato. Este nutriente pode agregar-se às partículas de solos por adsorção e serem carregados pelos escoamentos superficiais aos corpos de água, principalmente lagos e reservatórios, que possuem águas mais paradas, de maneira que estes elementos vão sendo armazenados nos sedimentos de fundo destes ambientes. Quando ocorrem os processos de circulação de águas, em função das mudanças de densidade ou do aumento dos escoamentos superficiais, estes nutrientes se tornam disponíveis à biota aquática, favorecendo seu crescimento e, muitas vezes, a floração de espécies indesejadas que produzem toxinas na água.

Assim, o uso de fertilizantes na agricultura associado aos processos de erosão do solo, encontrados nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) podem ser potencialmente poluidores dos ambientes aquáticos, principalmente para as diversas lagoas e reservatórios existentes na Região Hidrográfica do Parnaíba.

O Quadro 31 mostra valores de descarga sólida na Região Hidrográfica do Parnaíba. Com a área de contribuição das estações sedimentométricas foi possível estimar a produção de sedimentos. Verifica-se que os maiores valores de produção de sedimento ocorrem na Sub-bacia Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), com uma produção de 115,3 t/ano/Km<sup>2</sup> no rio Parnaíba e 34,7 t/ano/Km<sup>2</sup> no rio Uruçuí Preto. Em seguida vem o Parnaíba 01 (Balsas) com uma produção de 25,4 t/ano/Km<sup>2</sup>. Esta produção de sedimento nas duas Sub-bacias contribuirá para o assoreamento do reservatório Boa Esperança, diminuindo sua capacidade de acumulação. Em média são 29,2 t/ano/Km<sup>2</sup> de sedimentos produzidos na região do Parnaíba.

Quadro 31 - Estimativa da produção de sedimento nas estações sedimentométricas da Região Hidrográfica do Parnaíba

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

Fonte: Planap/Hidroweb



Na maioria das cidades da região não existe sistema de coleta e disposição adequada do lixo produzido. Quando possuem coleta domiciliar, o lixo é depositado a céu aberto (lixões) sem qualquer controle e tratamento do chorume, altamente tóxico para as fontes hídricas, em função da alta concentração de nitratos, nitritos, amônio, entre outros elementos poluidores oriundos da decomposição da matéria orgânica.

Nas águas subterrâneas, principalmente nos aquíferos livres, um dos principais fatores de contaminação é o lançamento de lixo sem controle e fossas negras. Este tipo de poluição pode provocar um aumento das concentrações de nitratos nas águas subterrâneas, os quais, quando utilizados constantemente e em altas concentrações podem provocar danos à saúde. A Resolução Conama n.º 357/2005 determina um valor de 10mg/L para o Nitrato em águas de classe 2.

Outro fator que condiciona o uso das águas subterrâneas é a concentração elevada de íons (principalmente os Cloretos) pois, além de não ser adequada ao consumo humano e animal, seu uso é restrito na irrigação, podendo provocar a salinização dos solos, conforme as concentrações encontradas e o método praticado.

Do estudo: Panorama das Águas Subterrâneas no Brasil, ANA (2005c), obteve-se algumas características hidroquímicas dos principais Aquíferos da Região Hidrográfica do Parnaíba. A seguir descreve-se estas características:

#### • Sistema Aquífero Serra Grande

Na região de Itainópolis (PI), o Aquífero Serra Grande apresenta valor médio de salinidade de 282,50mg/L, com valor mínimo de 76,00mg/L e máximo de 1.217,00mg/L, e pH médio de 7,75 com máximo de 8,50 e mínimo de 7,13;

#### • Sistema Aquífero Cabeças

Apresenta boa qualidade química. São predominantemente cloretadas mistas e cloretadas magnesianas, fracamente mineralizadas, apresentando valores de condutividade elétrica, em geral inferiores a 50 µS/cm. Nas porções confinadas, mais profundas do aquífero, a salinidade pode ser bastante elevada, como foi observado no Município de

José de Freitas, em um poço que captava o Sistema Aquífero entre 490 e 707 metros de profundidade, que apresentou sólidos totais dissolvidos superiores a 2.600mg/L.

#### • Sistema Aquífero Poti-Piauí

Apresenta águas de boa qualidade, com resíduo seco médio de 200mg/L.

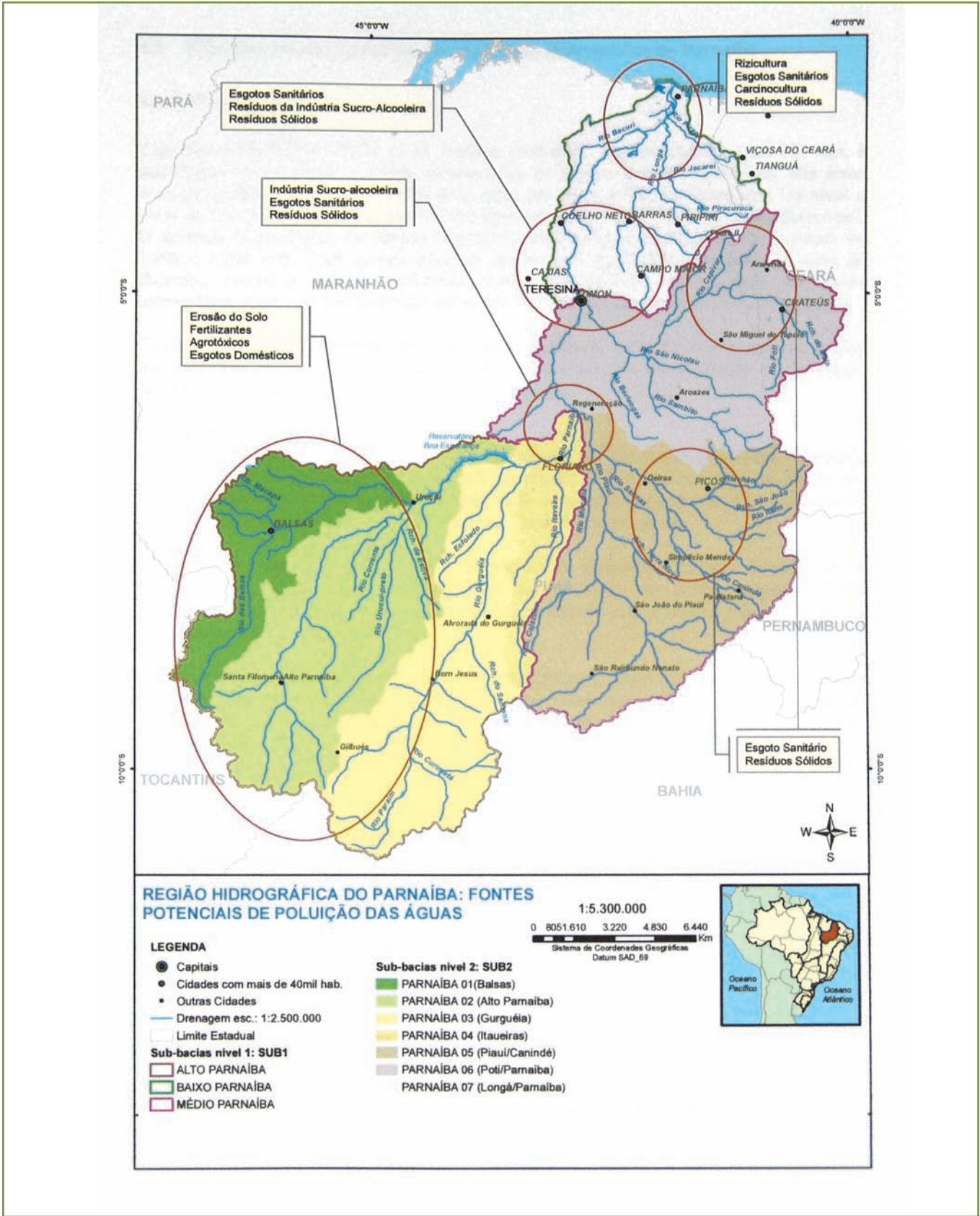
#### • Sistema Aquífero Corda

Apresenta boa qualidade química, com resíduo seco, em geral, inferior a 400mg/L.

#### • Sistema Aquífero Urucuia-Areado

As águas do Sistema Aquífero Urucuia-Areado são de boa qualidade, predominantemente bicarbonatadas cálcicas, pouco mineralizadas, com condutividade elétrica média de 82,2µS/cm, e com pH inferior ou igual a 7, média de 6,75.

Com base no estudo “Panorama das Águas Superficiais no Brasil” ANA (2005) e informações obtidas em Codevasf (2005a, 2005b e 2005c) e Aridas/PI (1995) foi elaborado o mapa apresentado na Figura 31, mostrando as áreas com potencial de poluição das águas na Região Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 31 - Principais fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba

## 4.2 | Principais Biomas e Ecossistemas da Região Hidrográfica do Parnaíba

### Vegetação

Conforme Codevasf (2005, p. 6), o clima semi-árido, com precipitações até 700mm, é constituído por vegetação xerófila, característica da Savana Estépica (Caatinga). Nas áreas com pluviosidade entre 700 e 1.000mm, estão presentes a Floresta Estacional Decidual e áreas de Tensão Ecológica Savana/Floresta Estacional e Savana Estépica/Floresta Estacional. O domínio fitoecológico da Savana (Cerrado), desenvolve-se na faixa de pluviosidade de 1.000 a 1.300mm. Onde as precipitações são maiores que 1.500mm, como na Serra da Ibiapaba, ocorre a Floresta Ombrófila Aberta. As unidades de vegetação da Região Hidrográfica, conforme IBGE (2005), em escala 1:5.000.000, são apresentadas na Figura 34.

Conforme projeto Aridas/PI (1995), na Região Nordeste, o Piauí é, por excelência, a área das transições vegetais. A seguir, descreve-se as características da vegetação em cada Sub-bacia de nível 1, da região do Parnaíba, conforme projeto acima citado.

#### Alto Parnaíba

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

No topo das chapadas da margem esquerda do rio Gurguéia domina a Savana que se estende até o rio Parnaíba. As demais áreas são dominadas pela floresta subcaducifolia e elementos de Savana. A mistura é fracamente percebida pela presença principalmente de leguminosas providas de espinhos.

Estão associadas espécies da Savana Estépica (Caatinga), particularmente ao longo do rio Itaueira, e espécies da Savana (Cerrado) nas áreas dominadas pelas chapadas. A vegetação de Savana pode, também, estar associada à floresta subcaducifolia onde ocorre o Caneleiro (*Cenostigma gardnerianum*), pau d'arco, mofumbo, entre outros.

#### Médio Parnaíba

Na Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/PI), de sudeste para oeste, tem-se uma grande variedade de vegetação definida,

no Semi-árido, como Savana Estépica (Caatinga), bastante uniforme, com presença da favela (*Cnidoscolus phyllacanthos*) e xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), além de outros, seguindo-se um grupamento hipoxerófilo com catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), rama de bezerro (*Piptadenia obliqua*) e marmeleiro (*Croton hemiargyreus*).

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

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

Existe uma grande área antropizada, ou seja, com vegetação secundária, reflorestamento, pastagens ou tratos agrícolas de ciclo curto ou longo (Figura 32).

#### Baixo Parnaíba

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

No trecho mais baixo do rio Parnaíba, a fitofisionomia mais importante espacial e economicamente da área está representada pela *Floresta dicótilo-palmácea* com acentuada presença do Babaçu (*Orbignya* sp.). Essa vegetação, ainda preservada, ocupa praticamente todo o espaço físico, desde Teresina até as proximidades de Luzilândia.

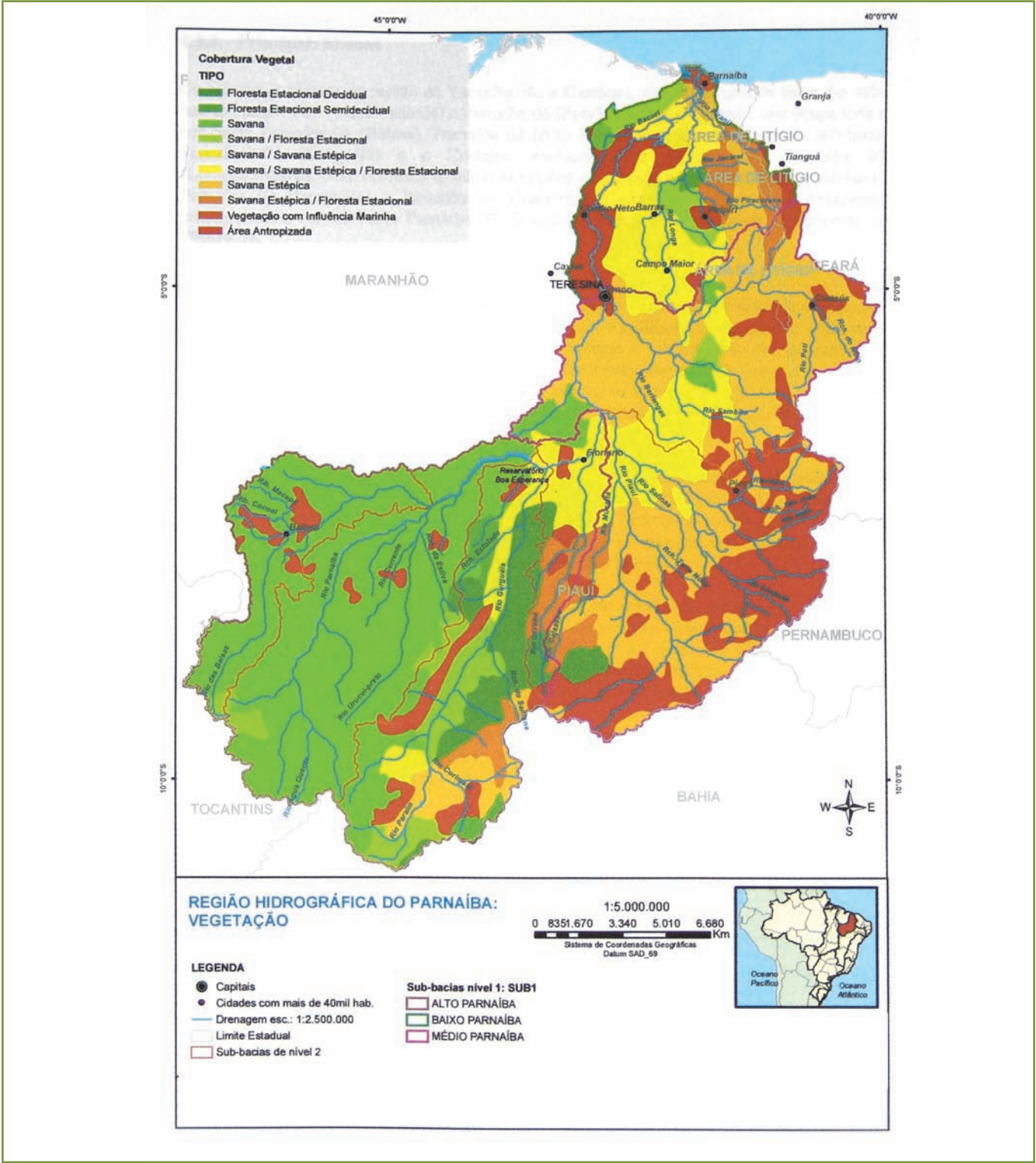
O Babaçu tem sido substituído pela agricultura em Teresina e, em União, onde se cultivam alguns milhares de hectares de cana-de-açúcar para o processamento em usina de álcool.

Na faixa litorânea do Parnaíba a vegetação é melhor representada pelo complexo vegetacional da zona litorânea-restinga, dunas e mangues. Compõe-se, na verdade, de



uma particular Caatinga Litorânea, vegetação nas dunas, com gramíneas e convolvuláceas e a vegetação que compõe o mangue-floresta paludosa inundada pelas águas do mar

misturadas a águas doce dos rios e riachos, que formam o estuário do Parnaíba. Estão presentes nestes mangues a *Ahizophora mangue*, *Languncularia racenosa* e *Avicenia sp.*



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 32 - Vegetação na Região Hidrográfica do Parnaíba



## Principais biomas

Os principais biomas da região do Parnaíba são a Caatinga, que ocupa grande parte das Sub-bacias Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), o Cerrado, que ocupa toda a Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), e a maior parte da Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia) e o Costeiro, exclusivamente na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). Dois ecótonos dividem as regiões de Cerrado com a Caatinga, na Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 04 (Itaueiras) e entre a Caatinga e a Amazônia, principalmente na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), conforme pode se observar na Figura 33.

### Caatinga

O espaço territorial chamado bioma Caatinga é integrado pelas regiões naturais conhecidas como Sertão, Seridó, Curimataú, Caatinga e Carrasco. As diferenças específicas entre cada uma dessas regiões naturais são oferecidas pelo volume e variabilidade das precipitações pluviométricas, assim como pela maior ou menor fertilidade dos solos ao longo e no interior dos quais também variam os tipos de rocha e o relevo do terreno. Este bioma é o principal ecossistema existente na Região Nordeste do Brasil e abrange uma área de 73.683.649ha, 6,83% do território nacional.

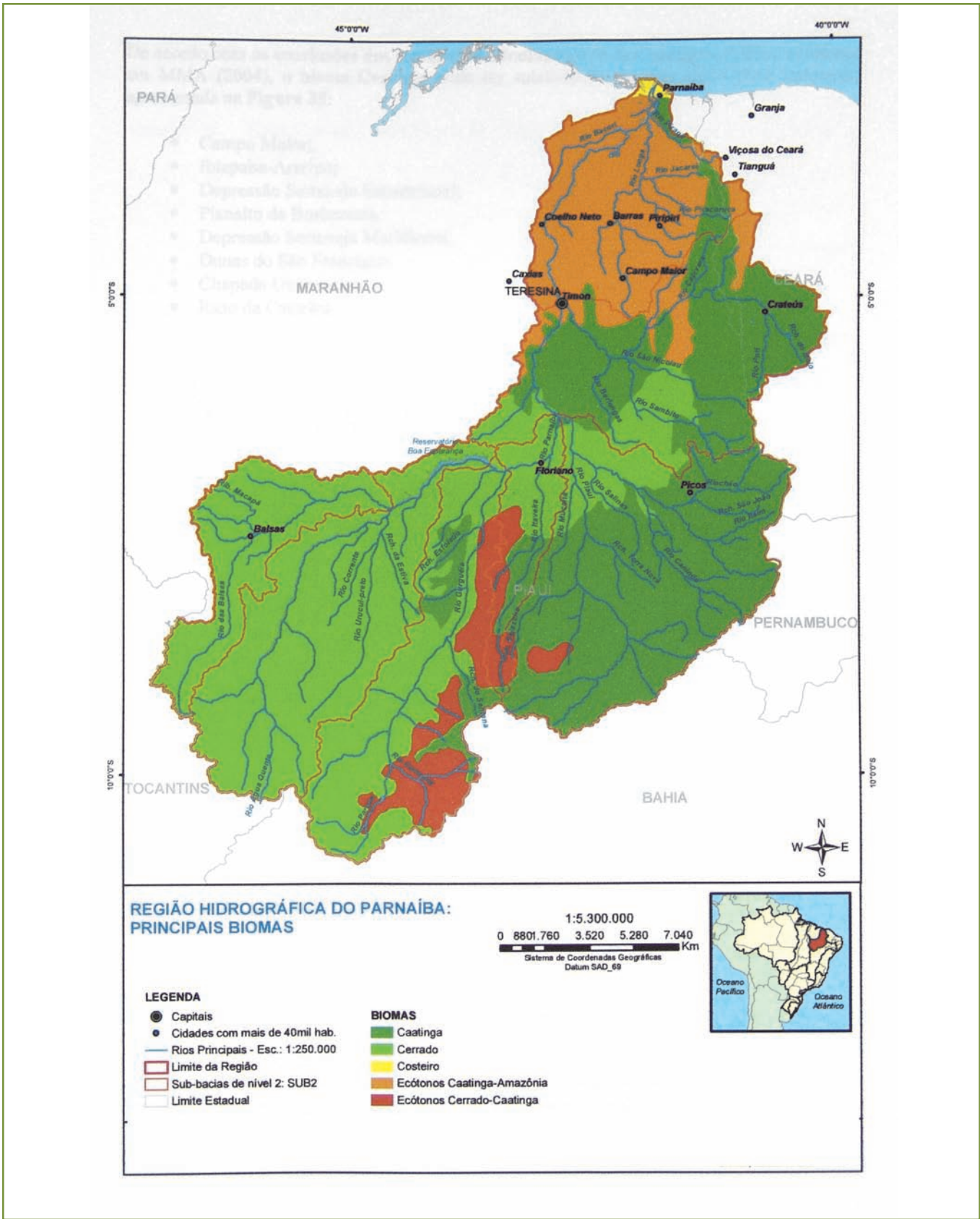
O termo Caatinga é originário do tupi-guarani e significa mata branca. É um bioma único pois, apesar de estar localizado em área de clima semi-árido, apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regime intermitente aos rios e deixa a vegetação sem folhas. A folhagem das plantas volta a brotar e fica verde nos curtos períodos de chuvas.

A Caatinga é dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa – com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias (folhas que caem), com grande quantidade de plantas espinhosas (exemplo: leguminosas), entremeadas de outras espécies como as cactáceas e as bromeliáceas.

Levantamentos sobre a fauna do domínio da Caatinga revelam a existência de 40 espécies de lagartos, sete espécies de anfíbenídeos (espécies de lagartos sem pés), 45 espécies de serpentes, quatro de quelônios, uma de *Crocodylia*, 44 anfíbios anuros e uma de *Gymnophiona*.

A Caatinga tem sido ocupada desde os tempos do Brasil-Colônia com o regime de sesmarias e sistema de capitânias hereditárias, por meio de doações de terras, criando-se condições para a concentração fundiária. De acordo com o IBGE, 27 milhões de pessoas vivem atualmente no polígono das secas. A extração de madeira, a monocultura da cana-de-açúcar e a pecuária nas grandes propriedades (latifúndios) deram origem à exploração econômica. Na região da Caatinga, ainda é praticada a agricultura de sequeiro.

Os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. O desmatamento e as queimadas são ainda práticas comuns no preparo da terra para a agropecuária que, além de destruir a cobertura vegetal, prejudica a manutenção de populações da fauna silvestre, a qualidade da água, e o equilíbrio do clima e do solo. Aproximadamente 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 33 - Principais biomas da Região Hidrográfica do Parnaíba

De acordo com as conclusões dos seminários: Biodiversidade da Caatinga e Aldeia, constante em MMA (2004), o bioma Caatinga pode ser subdividido em oito ecorregiões terrestres, apresentada na Figura 34:

- Campo Maior;
  - Ibiapaba-Araripe;
- Depressão Sertaneja Setentrional;
  - Planalto da Borborema;
  - Depressão Sertaneja Meridional;
  - Dunas do São Francisco;
  - Chapada Diamantina;
  - Raso da Catarina.



Fonte: Seminário do Planejamento Ecorregional (2001)

Figura 34 - Ecorregiões terrestres do bioma Caatinga, segundo MMA (2004)

Destas oito ecorregiões terrestres as que se encontram dentro da Região Hidrográfica do Parnaíba são o Complexo de Campo Maior, Complexo Ibiapaba-Araripe, parte da Depressão Sertaneja Meridional e parte da Depressão Sertaneja Setentrional.

No bioma Caatinga, dentro da Região Hidrográfica do Parnaíba, existem oito Unidades de Conservação (UC), como mostra o Quadro 32.

Quadro 32 - Unidades de Conservação do bioma Caatinga na Região Hidrográfica do Parnaíba

Unidade de Conservação	Municípios	UF	Responsável	Área (ha)	Ecorregião Terrestre
PN da Serra das Confusões	Guaribas, Jurema e Tamboril	PI	Federal	502.411	Complexo Ibiapaba-Araripe
PN das Sete Cidades	Piraruruca e Brasileira	PI	Federal	7.700	Complexo de Campo Maior
PN Serra da Capivara	S. Raimundo Nonato e outros	PI	Federal	100.000	Complexo Ibiapaba-Araripe
APA Chapada do Araripe	Simões, Castro, Salitre e outros	PI, CE, PE	Federal	1.063.000	Complexo Ibiapaba-Araripe
APA Delta do Parnaíba	Araiozes, Parnaíba e outros	CE, PI, MA	Federal	313.800	Depressão Sertaneja Setentrional
APA Serra da Ibiapaba	Pedro II, Piripiri, Granja e outros	CE, PI	Federal	1.522.550	Complexo Ibiapaba-Araripe
Faz. Boqueirão dos Frades	Altos	PI	Particular	1.735	Complexo de Campo Maior
Fazenda Centro	Buriti dos Lopes	PI	Particular	139	Complexo de Campo Maior

PN: Parque Nacional; APA: Área de Preservação Ambiental  
Fonte: “Cenários para o bioma Caatinga”

A partir do projeto “Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga”, realizado por *Conservation International*, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e Fundação Biodiversitas, em 2000, citados em MMA (2004), foram traçadas áreas prioritárias

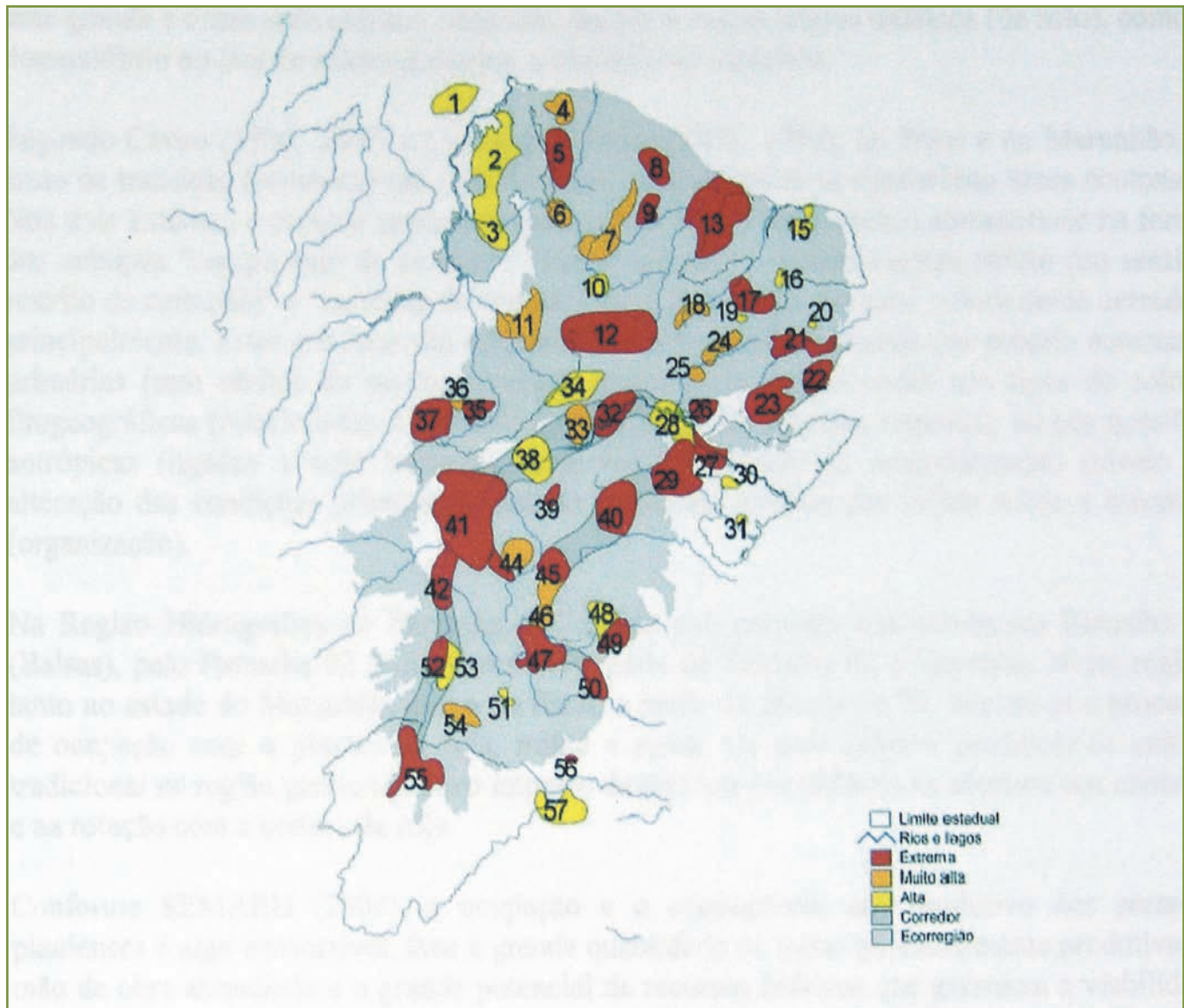
para a conservação da Caatinga, conforme mostra a Figura 35. Observa-se que na Região Hidrográfica do Parnaíba encontram-se nove regiões, sendo três de prioridade Extrema, quatro de prioridade Muito Alta e três de prioridade Alta. No Quadro 33 são apresentadas estas áreas.

Quadro 33 - Áreas prioritárias para a conservação da Caatinga na Região Hidrográfica do Parnaíba

	Área de Conservação	Área (ha)	Ecorregião Terrestre
1	Bacia do Rio Preguiça	360.166	Fora dos novos limites propostos
2	Complexo de Campo Maior	1.005.402	Complexo de Campo Maior
3	Médio Poti	220.790	Complexo de Campo Maior
4	Serra das Flores	209.028	Depressão Sertaneja Setentrional
5	Ibiapaba do Norte	446.910	Complexo Ibiapaba-Araripe
6	Reserva Serra das Almas	181.857	Complexo Ibiapaba-Araripe
11	Picos	530.121	Complexo Ibiapaba-Araripe
35	Parque Nacional Serra da Capivara	188.190	Complexo Ibiapaba-Araripe
36	Corredor Capivara-Confusões	29.546	Complexo Ibiapaba-Araripe
37	Parque Nacional Serra das Confusões	519.385	Complexo Ibiapaba-Araripe

Fonte: MMA (2004)





Fonte: MMA (2004)

Figura 35 - Áreas prioritárias para a conservação da Caatinga

### Cerrado

Outro bioma de grande importância para a Região Hidrográfica do Parnaíba é o Cerrado. Este bioma está presente, segundo Ibama (2005), em vários Estados brasileiros, perfazendo uma área de 196.776.853ha, além de áreas periféricas ou ecótonos entre os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga.

Ainda em Ibama (2005) os Cerrados são assim reconhecidos devido às suas diversas formações ecossistêmicas. Sob o ponto de vista fisionômico tem-se: o cerradão, o cerrado típico, o campo cerrado, o campo sujo de cerrado, e o campo limpo que apresentam altura e biomassa vegetal em ordem

decrecente. O cerradão é a única formação florestal.

O Cerrado típico é constituído por árvores relativamente baixas (até vinte metros), esparsas, disseminadas em meio a arbustos, subarbustos e uma vegetação baixa constituída, em geral, por gramíneas. Assim, o Cerrado contém basicamente dois estratos: um superior, formado por árvores e arbustos dotados de raízes profundas que lhes permitem atingir o lençol freático, situado entre 15 a 20 metros; e um inferior, composto por um tapete de gramíneas de aspecto rasteiro, com raízes pouco profundas, no qual a intensidade luminosa que as atinge é alta, em relação ao espaçamento.

Na época seca, este tapete rasteiro parece palha, favorecendo, sobremaneira, a propagação de incêndios.

A típica vegetação que ocorre no Cerrado possui seus troncos tortuosos, de baixo porte, ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. Os estudos efetuados consideram que a vegetação nativa do Cerrado não apresenta essa característica pela falta de água – pois, ali encontra-se uma grande e densa rede hídrica – mas sim, devido a outros fatores edáficos (de solo), como o desequilíbrio no teor de micronutrientes, a exemplo do alumínio.

Segundo Castro (1996, 2000) e Castro e Martins (1998, 1999), no Piauí e no Maranhão as áreas de transição (ecótonos) são significativas, estabelecendo-se riquíssimas áreas ecotonais. Nos dois Estados, o cerrado *sensu lato* (no sentido amplo do conceito) apresenta-se na forma dos subtipos “campo sujo de cerrado”, “campo cerrado”, “cerrado *sensu stricto* (no sentido restrito do conceito)” e “cerradão de cerrado” (com fisionomia florestal e flora de/do cerrado), principalmente. Estes subtipos são determinados por questões naturais (da própria natureza), primárias (sem efeitos de secundarização), pedológicas (relacionadas aos tipos de solos), fitogeográficas (relacionadas à distribuição geográfica de espécies vegetais), ou por questões antrópicas (ligadas à ação humana), uma vez que níveis de secundarização (níveis de alteração das condições primárias), quando presentes, acabam por influir sobre a estrutura (organização).

Na Região Hidrográfica do Parnaíba, o Cerrado está presente nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas), pelo Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) e parte da Parnaíba 03 (Gurguéia). Nesta região, tanto no Estado do Maranhão, como no Piauí, a partir da década de 1990, iniciou-se o processo de ocupação com o plantio da soja, milho e arroz. Os dois últimos produtos, de cultivo tradicional na região ganharam novo impulso devido sua importância na abertura dos cerrados e na rotação com a cultura da soja.

Conforme SEMARH (2004), a ocupação e o conseqüente uso produtivo dos cerrados piauienses é algo irreversível, face à grande quantidade de terras potencialmente produtivas, a mão de obra abundante e o grande potencial de recursos hídricos que garantem a viabilidade econômica da região. Os cerrados detêm potencial econômico expressivo,

vocacionado para a agricultura de grãos, pastagens e fruticultura tropical, além de baixa densidade demográfica.

### Costeiro

O bioma Costeiro da Região Hidrográfica do Parnaíba é caracterizado, principalmente, pelas áreas de mangues no estuário formado pela foz do rio Parnaíba. Os manguezais são ambientes de fundamental importância econômica para a região, principalmente para a carcinocultura que está em franco crescimento. No entanto é uma atividade que deve ser tratada com muita precaução, pois é altamente degradadora do meio. Os mangues são tipicamente reduto de espécies aquáticas em seu período reprodutivo, estes encontram nestes ambientes nutrientes e alimentos necessários à sua sobrevivência. Também são exportadores de nutrientes aos ambientes marinhos, decorrentes do encontro do mar com as águas continentais. É um equilíbrio delicado que pode ser ameaçado com a atividade exploratória descontrolada, podendo, a curto prazo, tornar-se um ambiente degradado e sem função econômica.

Conforme relatório final do Projeto-Piloto Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba, o Delta do Parnaíba, integrante do bioma Costeiro, caracteriza-se por apresentar extensas planícies flúvio-marinhas cortadas por uma rede de canais, formadores das ilhas do Delta. Estes podem se apresentar meandantes, anastomosados e mesmo sob forma de canais abandonados. Resultado de processos de acumulação flúvio-marinha, e sob influência das características destes ambientes, desenvolvem-se extensas áreas de mangues, com uma vegetação altamente especializada, dominada por um clima quente e úmido.

O Delta do Parnaíba comporta ainda em seu interior amplos campos de dunas móveis, resultantes da sedimentação eólica, com orientação predominantemente Nordeste-Sudoeste. Alguns desses campos encontram-se fixados por vegetação rastejante e arbustiva. Estão sujeitos a uma intensa dinâmica resultante da ação construtivas e destrutivas das marés, ventos e rios, cujas interações o caracterizam como um ambiente fortemente instável. O complexo deltáico da foz do Rio Parnaíba é um importante ecossistema, por sua dinâmica flúvio-marinha e por abrigar importantes comu-

nidades vegetais e animais. Pela estrutura arquitetônica de seus componentes vegetais, as raízes escoras e pneumatóforos constituem anteparos eficazes para a retenção de sedimentos e proteção das margens onde estão instalados, ou mesmo como proteção às áreas agricultáveis adjacentes.

A região litorânea da Região Hidrográfica do Parnaíba é formada pela tensão ecológica entre as formações de Caatinga ao Leste, Cerrados a sudoeste e sistemas marinhos a norte, apresentando situação impar no litoral brasileiro. Essa configuração complexa de ecossistemas imprime à área uma importância global para sua conservação.

Conforme Projeto-Piloto Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba, algumas áreas da região estão sofrendo problemas em função da utilização inadequada dos recursos naturais. Abaixo segue uma relação dos principais problemas, conforme a área:

**Marinha (área marítima e praia)** – problemas com assoreamento, pesca predatória, a construção do Porto Luiz Correa (molhe) vem ocasionando erosão marinha e recuo da linha de costa e por fim a perda dos atrativos turísticos;

**Mangue** – aterramento, desmatamento e perda da diversidade biológica, coleta desordenada de material biológico, como o caranguejo para comercialização nos grandes centros urbanos;

**Salgados ou Apicuns** – conversão para tanques de carcinocultura e impactos relacionados a esta atividade;

**Lagoas Costeiras** – poluição da água por efluentes domésticos e lixiviação de “lixões”, mineração desordenada, agravamento de cheias periódicas, aterramento das lagoas por áreas de dunas móveis (Lagoa do Portinho) e perda de atrativos turísticos e recreação;

**Dunas Móveis** – ocupação desordenada provocando o desmonte ou interrupção de deslocamento das dunas, intensificação da erosão costeira, alteração da hidrodinâmica costeira e perda de atrativos turísticos;

**Dunas Fixas** – desmatamento e erosão intensificando o trânsito de sedimentos arenosos, assoreamento e soterramento de mangues, áreas urbanas, agricultáveis e lagoas em função do avanço das dunas, perda de espécies endêmicas, sobrepastoreio de caprinos e asininos e exploração ilegal de areia;

**Planície Fluvial** – degradação da mata ciliar, desmonte de diques marginais aos rios, assoreamento do leito fluvial, poluição hídrica, salinização dos solos, impacto da mineração sem controle, ocupação urbana nos terraços baixos, erosão em áreas degradadas e poluição dos lagos por agrotóxicos na rizicultura;

**Tabuleiros Costeiros Ocidentais com Paleodunas** – desmatamento desencadeando erosão e trânsito de sedimentos arenosos, perda de espécies endêmicas, sobrepastoreio de caprinos e asininos, impacto da mineração a céu aberto, contaminação do lençol freático por resíduo urbanos e rurais e por agrotóxicos.

O Delta do Parnaíba foi considerado pela ANA como área de extrema importância, caracterizado por expressivo manguezal, sendo um ambiente rico em diversidade biológica filética e abrigando o peixe-boi-marinho. Esse ecossistema tem sofrido grandes pressões antrópicas de salinas, carcinoculturas, riziculturas com o uso inadequado de agrotóxicos, desmatamentos e sobrepesca de caranguejos e camarões.

### Áreas de preservação ambiental

As Áreas de Proteção Ambiental procuram conciliar a preservação da diversidade biológica e dos recursos naturais com o uso sustentado de parte de seus recursos. A alteração do ecossistema por parte da ação antrópica é limitada pela sobrevivência de comunidades animais e vegetais. Podem ser públicas ou privadas. As Reservas Particulares do Patrimônio Natural são reconhecidas pelo poder público como áreas especialmente protegidas.

As terras indígenas ocupam cerca de 11% do território nacional. Se comparado com os territórios de áreas de preservação ambiental (2%), é bem maior. De maneira geral estas áreas estão bem próximas das condições naturais, com pouca alteração, existindo em seu interior zonas de grande importância biológica.

Na Região Hidrográfica do Parnaíba existem cinco unidades de Conservação, dos quais quatro são Parques Nacionais (PN) e uma é estação Ecológica (EE). Existem, também, três Áreas de Proteção Ambiental (APA) e três Reservas Indígenas registradas pela Funai, além de interceptar dois Corredores Ecológicos (Figura 36).

O Parque Nacional (PN) e a Estação Ecológica (EE) são Unidades de Conservação de Uso Indireto, ou seja, totalmente restritos à exploração ou aproveitamento dos recursos naturais. Os Parques Nacionais são unidades de conservação destinadas à preservação integral de áreas naturais com características de grande relevância nos aspectos ecológicos, cênicos, científicos, cultural, recreacional e educacional, sem permitir modificação do meio ou intervenções antrópicas indiretas, somente em caso de recuperação de área degradada.

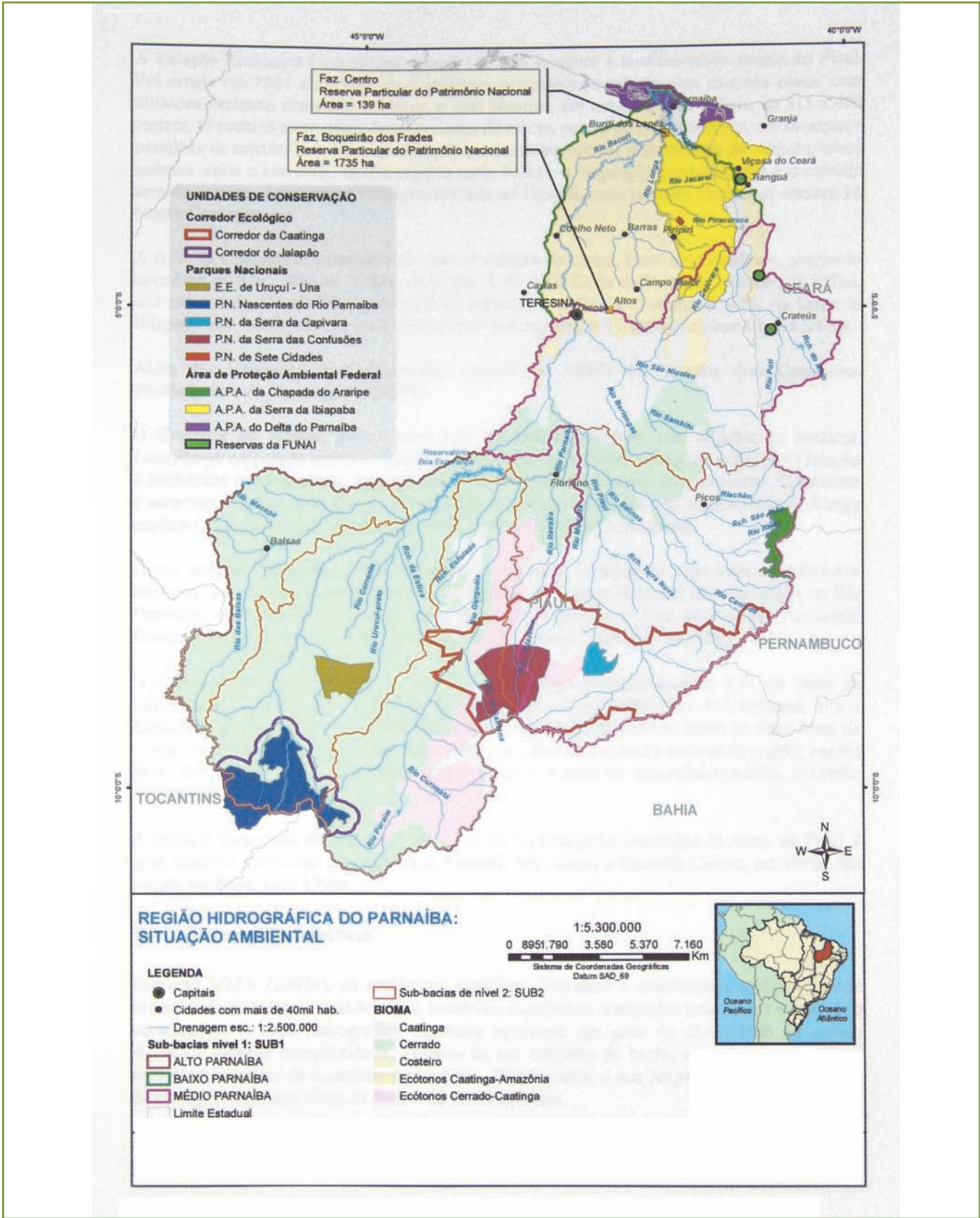
As Estações Ecológicas (EE) destinam-se à preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites e às pesquisas científicas. Não é permitida visitação pública para recreação, mas é possível, dependendo do comitê gestor, ser aberto para fins educacionais.

Os quatro Parques Nacionais situados na Região Hidrográfica do Parnaíba são: Parque Nacional das Nascentes do Parnaíba, Serra da Capivara, Serra das Confusões e Sete Cidades. O Parque Nacional da Serra da Capivara, localizado ao sul do Piauí, nos Municípios de São Raimundo Nonato, Brejo do Piauí, Coronel Dias e João Costa, foi considerado pelas Nações Unidas como a Unidade de Conservação (UC) com melhor infra-estrutura da América Latina. Com 97.933ha de Caatinga, o parque abriga 105 sítios arqueológicos, a maioria com pinturas e gravuras rupestres. Foi criado em 1979 com o objetivo de proteger uma área coberta de Caatinga virgem, onde se encontra a maior concentração de sítios pré-históricos da América.

O Parque Nacional da Serra das Confusões, com 526.108ha, foi criado em 1998 e abriga somente a Caatinga. A área ainda encontra-se bem conservada, podendo ser encontrados inúmeros sítios arqueológicos em cavernas e grutas com litogravuras nos paredões rochosos de grande valor pré-histórico, científico e cultural.

O Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, com 733.160ha e localizado entre os Estados do Piauí, Maranhão, Bahia e Tocantins, representa a região do Cerrado Nordestino e o Parque Nacional Sete Cidades, com 6.331ha, localizado no Município de Piracuruca, representa um ecótono entre a Amazônia e a Caatinga.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 36 - Situação ambiental da Região Hidrográfica do Parnaíba

A Estação Ecológica Uruçuí-Una possui 135 mil hectares e localiza-se no Estado do Piauí. Foi criada em 1981 e abrange duas unidades principais de relevo: uma chapada plana, com altitudes variando entre 600 e 480 metros, e uma planície, em terrenos mais baixos, de 315 a 400 metros. O contato entre essas duas unidades de relevo ocorre de forma abrupta, em escarpas e paredões de arenito. Nas áreas de chapada predominam formas mais abertas de cerrado, como campos sujos e cerrados. Já nas regiões mais baixas, a vegetação predominante é o cerrado sentido restrito. Apresenta a fauna encontrada no Cerrado, mas também elementos comuns ao bioma Caatinga.

A APA da Chapada do Araripe está localizada entre os Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, ocupando uma área de 976.730ha no bioma Caatinga. A APA do Delta do Parnaíba, possui 308.957ha, nos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, representa o bioma Costeiro. A APA da Serra da Ibiapaba está localizada em um ecótono entre a Amazônia e a Caatinga e possui 1.631.347ha.

Além das unidades de Conservação, existem na região do Parnaíba dois Corredores Ecológicos: o da Caatinga e o Jalapão.

O Corredor do Jalapão possui uma área de aproximadamente três milhões de hectares. Localiza-se na porção leste de Tocantins, na divisa entre Piauí, Maranhão e Bahia. O Jalapão é conhecido por sua beleza paisagística e pelas ótimas alternativas de ecoturismo. O Corredor é caracterizado por uma grande diversidade de ambientes e pela alta biodiversidade. Abriga espécies endêmicas, que só ocorrem nessa região, e espécies ameaçadas.

Cinco Unidades de Conservação integram o corredor, totalizando uma área de 1.912.416ha. São elas: o Parque Estadual do Jalapão, o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, a Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins, a Área de Proteção Ambiental Estadual do Jalapão e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Minnehaha.

O Corredor da Caatinga liga as porções de Caatinga protegidas pelo Parque Nacional da Serra da Capivara e da Serra das Confusões, localizado ao sul do Piauí, com 412ha, visa a dispersão de vegetais e a circulação de animais de vários tamanhos. Entre as duas áreas de conservação ambiental ocorre vegetação intensa e diversos animais nativos da região, muitos

deles até mesmo ameaçados de extinção, como é o caso do tamanduá-bandeira, o veado-campeiro e o tatu-canastra.

A Fazenda Boqueirão dos Frades, com 1.735ha, localiza-se no Município de Altos, no Piauí, é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural, bem como a Fazenda Centro, em Buriti dos Lopes, no Piauí, com 139ha.

### Ecorregiões aquáticas

Segundo MMA (2005a), os ambientes aquáticos, marinhos e continentais abrigam grande diversidade de seres, incluindo algas, bactérias, macrófitas, artrópodes (crustáceos e insetos) e vertebrados. A rede hidrográfica brasileira apresenta um grau de diversidade de grande riqueza e elevada complexidade. Trata-se de um conjunto de Bacias e Regiões Hidrográficas com características de ecossistemas bastante diferenciados, o que propicia o desenvolvimento de múltiplas espécies vivas da flora e da fauna aquática.

Ainda em MMA (2005a), os ecossistemas são analisados conforme o bioma ao qual pertencem, ou seja: Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado e Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos e as Zonas Costeiras e Marinhas. No caso da Região Hidrográfica do Parnaíba, os biomas representativos são a Caatinga, o Cerrado e as Zonas Costeiras e Marinhas.

Áreas prioritárias para peixes foram identificadas, considerando a distribuição da ictiofauna, resultando na divisão da Caatinga em quatro ecorregiões: Maranhão/Piauí, Nordeste Médio-Oriental, Bacia do Rio São Francisco e Bacias do Leste. Em cada uma delas foram selecionadas áreas prioritárias para a conservação da biota aquática, sendo identificadas 29 áreas e classificadas conforme a importância da biota e sua localização. As cabeceiras do rio Parnaíba são indicadas como área prioritária para conservação do ecossistema aquático no bioma Cerrado (MMA, 2005a).

Os ecossistemas da Zona Costeira de maior relevância são os estuários, manguezais e lagoas costeiras, bem como os banhados e áreas úmidas costeiras que possuem elevado grau de interferência com a gestão de recursos hídricos. Na Região Hidrográfica do Parnaíba o seu delta foi indicado como área de extrema importância, caracterizado por expressivo manguezal (MMA, 2005a).

A SRH/MMA delimitou, recentemente, as ecorregiões aquáticas no Brasil levando em consideração a metodologia proposta pelo Dr. Paulo Petry – *The Nature Conservancy* – *TNC/ World Wildlife Fund* – *WWF*. Foi utilizada a distribuição geográfica de peixes como fonte primária de riqueza biótica e informação distintiva para a delimitação das ecorregiões aquáticas.

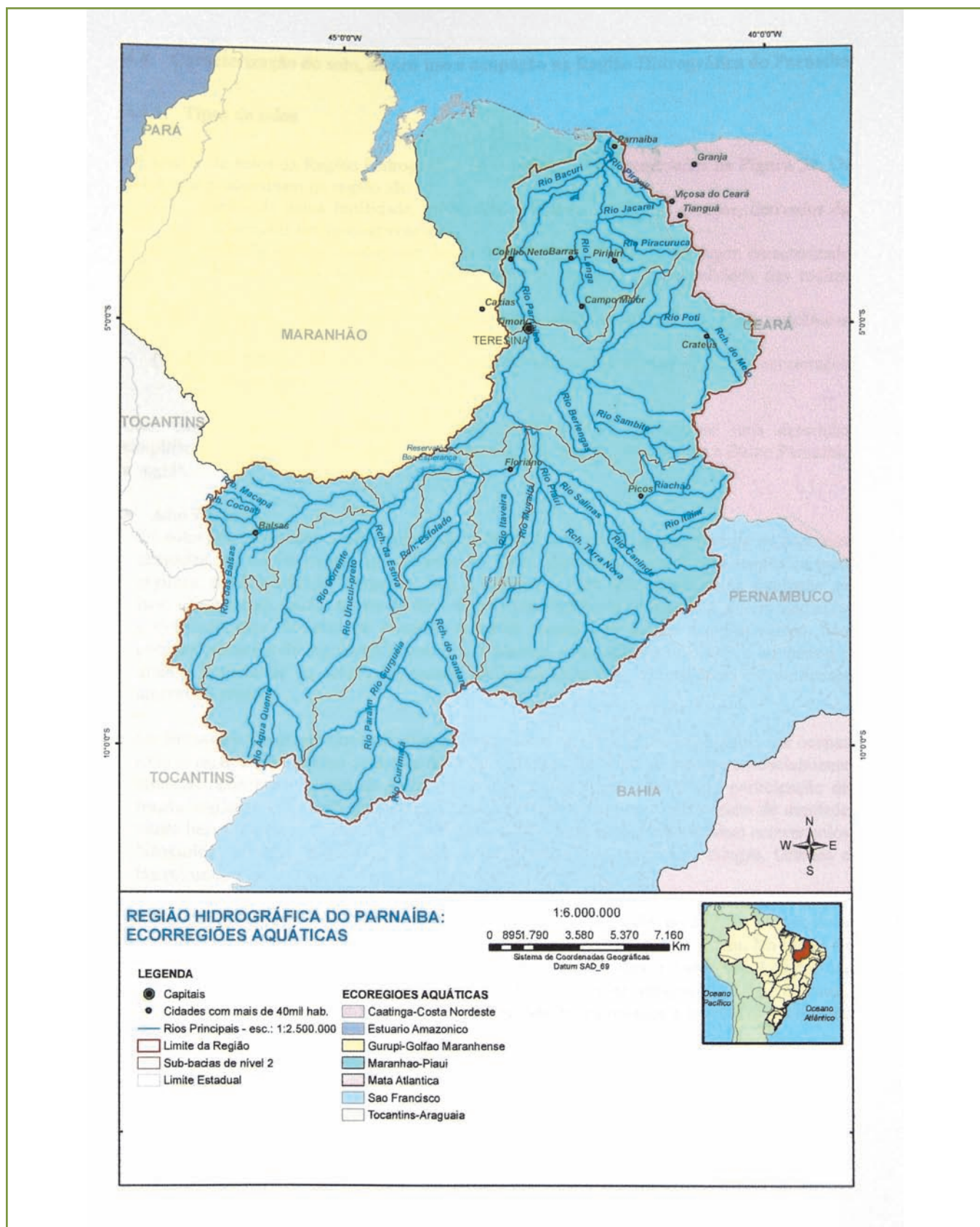
Considerou-se que os peixes de água doce têm especial importância no levantamento da biodiversidade aquática, pois são, fisiológica e historicamente, confinados às suas bacias hidrográficas nativas e são mais conhecidos que outros grupos de invertebrados. Para a distinção das ecorregiões aquáticas foram considerados o número de espécies, endemismo e aspectos da história natural e ecologia das diversas espécies.

A Região Hidrográfica do Parnaíba está toda inserida na ecorregião aquática Maranhão-Piauí, proposta no estudo da SRH/MMA, conforme observa-se na Figura 37. Esta ecorregião aquática é composta de toda a bacia de drenagem do rio Parnaíba e drenagens costeiras desde a Bacia do Rio Munim, no Maranhão, até a Bacia do Rio Piranji, com cabeceiras no Ceará, em sentido longitudinal. Os principais rios são: Parnaíba, Poti, Longá, Piauí, Gurguéia, Munim, Balsas. A ecorregião contém a capital do Piauí, Teresina, e a Usina Hidroelétrica de Boa Esperança.

Conforme MMA (2006), do ponto de vista da ictiofauna dulcícola, a ecorregião possivelmente representa uma transição entre as faunas mais ocidentais, desde o Escudo das Guianas ao Golfão Maranhense, e a fauna da ecorregião da Caatinga-Costa Nordeste. O nível de endemismo da ictiofauna é considerável, chegando a 22% de seu total de espécies conhecidas. São conhecidas 86 espécies de peixes desta ecorregião, das quais 19 possivelmente são endêmicas.

As informações sobre diversidade de peixes, conforme MMA (2006), são parcial para o Médio e Baixo Parnaíba, insuficiente ou inexistente para os tributários (Poti, Gurguéia, Balsas) e drenagens costeiras. As possíveis relações biogeográficas da fauna aquática da Bacia do Parnaíba com as outras ecorregiões aquáticas, incluindo a do Escudo das Guianas, Caatinga-Costa Nordeste e São Francisco são de grande interesse.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 37 - Ecorregiões aquáticas da Região Hidrográfica do Parnaíba



### 4.3 | Caracterização do Solo, do seu Uso e Ocupação na Região Hidrográfica do Parnaíba

#### Tipos de solos

Os grupos de solos da Região Hidrográfica do Parnaíba estão apresentados na Figura 38. Os solos que predominam na região são:

- a) Solos de baixa fertilidade, profundos, de textura média ou arenosa, derivados de coberturas terciário-quaternárias;
- b) Solos pouco profundos com baixa fertilidade, restrição de drenagem caracterizada pela presença de plintita e concreções ferruginosas, desenvolvidos das rochas sedimentares paleozóicas mesozóicas;
- c) Solos de elevada fertilidade natural, relacionados à alteração de rochas vulcânicas básicas e pelitos carbonatados e;
- d) Solos pouco desenvolvidos, oriundos de sedimentos fluviais presentes em terraços e planícies.

Com base em estudos realizados em Aridas/PI (1995) apresenta-se uma descrição simplificada dos tipos de solos para cada Sub-bacia de nível 1: Alto, Médio e Baixo Parnaíba, a seguir.

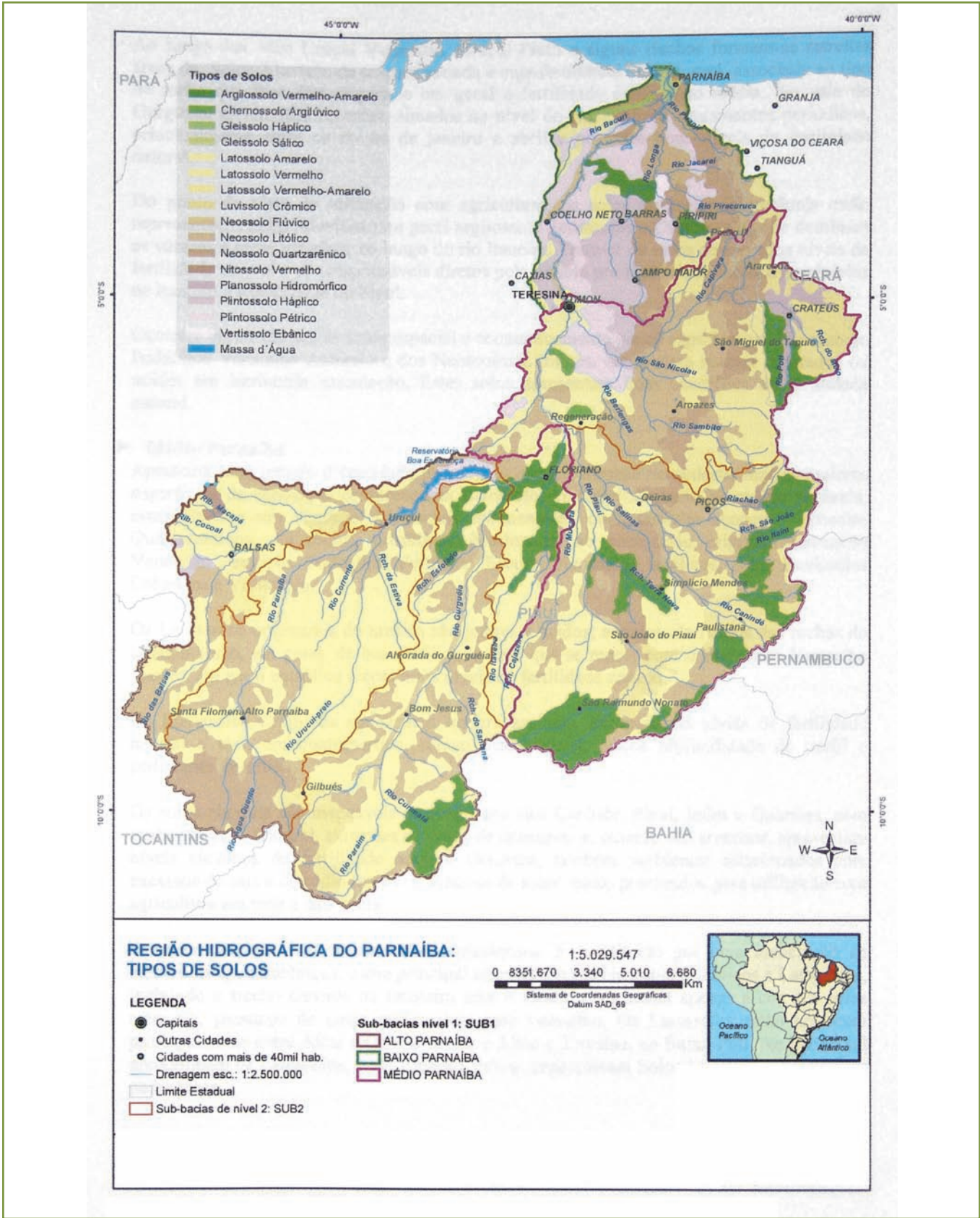
#### **Alto Parnaíba**

Os solos predominantes estão associados à classe Latossolo Amarelo, comuns no topo das chapadas, muito frequentes no sudoeste do Piauí. Apresentam textura com tendência para argilosa, perfil profundo, drenagem boa a moderada. Eles apresentam baixa saturação de base (distróficos), baixos teores de ferro ou completa ausência de hematita, níveis medianos e eventualmente elevados de alumínio trocável tornando-os ácidos a muito ácidos. São comuns carências de nutrientes essenciais às plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio e quando associados ao relevo levemente inclinado tornam-se exportadores de nutrientes através da erosão.

Os Neossolos Quartzarênicos constituem outra classe de solos muito importante, por ocupar todo o espaço do extremo sudoeste do Piauí. Trata-se de solos de textu-

ra essencialmente arenosa, onde predominam os grãos de quartzo muito finos, com pouca participação de fração argila no complexo granulométrico e apresentam um poder de retenção de umidade muito baixo e níveis acentuados de drenagem. Associados a estes solos podem ocorrer solos Neossolos Litólicos, Latossolos e Argissolos, notadamente em Monte Alegre, Gilbués e Barreiras do Piauí.

Sobre os chapadões (serras) da margem esquerda do Gurguéia predomina o Latossolo Amarelo ou Vermelho Amarelo, de textura média a argilosa, de boa drenagem. No fundo do talvegue e na margem direita, com menor altitude, predomina o Latossolo Amarelo ou Vermelho Amarelo de textura média associado a Aluviões antigos ou mais recentes, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos. São bem drenados e levemente inclinados para a calha do rio Gurguéia.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 38 - Caracterização dos solos da Região Hidrográfica do Parnaíba

Ao longo dos rios Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto e alguns riachos formam-se estreitas áreas de Solos Aluviais, de textura variada e cuja fertilidade natural está associada ao tipo de rocha que lhes deu origem, e em geral a fertilidade é baixa ou média. No Vale do Gurguéia, as aluviões recentes, situados ao nível do rio, sofrem alagamentos periódicos, principalmente entre os meses de janeiro a abril e possuem bons níveis de fertilidade natural.

Do ponto de vista de utilização com agricultura, os solos de maior importância estão representados pelas Aluviões (em geral argilosos), Vertissolos e Cambissolos que dominam as várzeas e áreas vizinhas, ao longo do rio Itaueira. Trata-se de solos de elevados níveis de fertilidade natural e são responsáveis diretos pela grande produção de milho dos Municípios de Itaueira e Rio Grande do Piauí.

Ocorrem outras classes de solos espacial e economicamente pouco significativa. É o caso do Podzólico Vermelho Amarelo e dos Neossolos Litólicos, que podem ocorrer separados ou unidos em intrincada associação. Estes solos apresentam boas condições de fertilidade natural.

### ***Médio Parnaíba***

Apresenta uma grande diversidade pedológica, principalmente no sudeste, mas as maiores superfícies de exposição compreendem Latossolo Amarelo/Latossolo Vermelho Amarelo, especialmente sob domínio das rochas sedimentares, onde também ocorrem Neossolos Quartzarênicos. As rochas cristalinas dominantes no semi-árido originam Latossolo Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Escuro, Neossolos Litólicos, solos Luvisolos Crômicos e Vertissolo.

Os Latossolos originados do arenito são pobres e ácidos; aqueles derivados das rochas do cristalino são, em geral, de boa fertilidade, fato que se repete com o Podzólico Vermelho Escuro, em geral eutrófico e com bons níveis de fertilidade natural.

Os Luvisolos Crômicos apresentam textura argilosa, excepcionais níveis de fertilidade natural e têm, em contrapartida, relevo desfavorável, pouca profundidade do perfil e pedimento desértico.

Os solos aluviais são mapeáveis ao longo dos rios Canindé, Piauí, Itaim e Guaribas, com muita variação textural,

situações diversas de drenagem e, quando não arenosos, apresentam níveis elevados de fertilidade natural. Ocorrem, também problemas relacionados com excessos de sais e de sódio trocável. Trata-se de solos muito procurados para utilização com agricultura em toda a Sub-bacia.

O trecho do Alto Poti, nos domínios piauienses, é constituído por uma associação de Neossolos Quartzarênicos, como principal elemento, solos Neossolos Litólicos e Latossolos, incluindo o trecho elevado na fronteira com o Ceará, onde muda apenas a cor dos solos arenosos, passando de cinza muito claro para vermelho. Os Latossolos estão presentes principalmente entre Altos e Campo Maior e Altos e Teresina, no Baixo Poti. No trecho sul predominam os Latossolos, e em Elesbão Veloso predominam Solos Litólicos e Vertissolos pedregosos.

### ***Baixo Parnaíba***

Na Bacia do Rio Longa ocorrem Neossolos Quartzarênicos nas áreas planas, Latossolo, Neossolos Litólicos, Plintossolos, Vertissolos e Aluviões. Os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos ocupam as superfícies mais extensas.

Os Neossolos Litólicos estão presentes principalmente nos trechos de relevo movimentado. Os Vertissolos ocorrem em Piracuruca e Buriti dos Lopes, e as Aluviões acompanham os rios da Sub-bacia. Os Vertissolos e as Aluviões são os mais férteis e apresentam boas condições para uso com agricultura. Os arenosos são muito permeáveis, não retêm umidade e o nível de fertilidade é muito baixo.

Os solos, na parte mais baixa da Bacia consistem de uma associação de Latossolo, Podzólicos, Aluviões e solos Neossolos Litólicos, de textura média a argilosa. São, em geral, profundos ou medianamente profundos, de drenagem moderada e níveis de fertilidade baixos ou médios. Na margem do rio Parnaíba – que se transforma em rio de planície – formam-se solos aluviais e solos gleizados ou hidromórficos.

Na sua parte litorânea ocorrem Latossolos Amarelos, Plintossolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Quartzarênicos Marinhos, Planossolos, Planossolos Nátricos e Dunas. Nas margens do Parnaíba ocorrem aluviões com elevado teor de sais. Nos pequenos rios que deságuam a nordeste ocorrem Solonchak e Solos Hidromórficos. Em geral os

solos apresentam textura grosseira, exceto nos Latossolos e Plintossolos com maior teor de argila, e elevadas taxas de drenagem. Os níveis de fertilidade são muito baixos e, em alguns trechos, o sódio e outros sais estão presentes em níveis muito elevados.

Uso e ocupação do solo

Alto Parnaíba

Considerando que as Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 04 (Itaueiras) estão quase totalmente inseridas no bioma Cerrado, foi possível obter muitas informações relativas ao uso e ocupação do solo em um trabalho recente realizado por Codevasf (2005c) sob o título de “Análise multitemporal de uso da terra na macrorregião de desenvolvimento do Cerrado: anos 2001 /2003”.

Neste estudo foi realizado o mapeamento do uso e ocupação do solo para o Cerrado, nos anos 2001 e 2003, bem como a análise dos quantitativos relativos a cada classe de uso, com o objetivo de verificar as mudanças ocorridas no período. Os resultados foram apresentados para toda a macrorregião do Cerrado, para as áreas de cada Estado (Piauí e Maranhão) inserida na macrorregião e, finalmente, para cada um dos territórios da macrorregião (Tabuleiros do Alto

Parnaíba, Chapada das Mangabeiras e vales dos rios Piauí e Itaueiras). Na Figura 40 são apresentadas as classes de uso do solo para a região do Cerrado, dentro da Região Hidrográfica do Parnaíba, para o ano 2003.

As classes de uso analisadas no estudo foram: agricultura mecanizada, agricultura irrigada, atividade agropecuária, vegetação de Caatinga, Cerrado e de transição, corpos de água, área urbanizada, vegetação de mata ciliar e solo exposto. No Quadro 34 encontram-se os valores de áreas encontrados para cada classe de uso nos anos 2001 e 2003.

Conforme o estudo, o percentual de avanço da agricultura mecanizada, 34,70%, representada pela cultura da soja, traduz as informações gerais de que está ocorrendo um incremento de cerca de 20% ao ano na área plantada na região, como um todo. A área de cerrado está sofrendo um desmatamento voltado, em sua grande maioria, para uma futura atividade de plantio, principalmente, de soja, embora seja perceptível o aumento de atividade de agropecuária na região, de 29,22%, com quase 800 mil hectares em 2003. No entanto, a pecuária se dá principalmente de forma extensiva, sem eliminar totalmente a vegetação natural. A agricultura irrigada apresentou um avanço de cerca de 10,6% entre os dois anos estudados, apresentando tendências de crescimento para os próximos anos em função de influências de Municípios localizados na Bahia e da presença da Codevasf na região.

Quadro 34 - Uso da terra na macrorregião de desenvolvimento do Cerrado para os anos de 2001 e 2003

Classes de Uso	Área (ha)		Variação	
	2001	2003	Área (ha)	%
Agricultura mecanizada	414.857	558.805	143.948	34,70
Agricultura irrigada	5.539	6.126	587	10,60
Atividade de agropecuária	618.945	799.782	180.837	29,22
Vegetação de Caatinga	2.824.878	2.776.560	-48.318	-1,71
Vegetação de Cerrado	11.318.503	11.052.069	-266.436	-2,35
Vegetação de transição	267.768	271.325	3.557	1,33
Área urbanizada	13.871	14.137	266	1,92
Corpos de água	62.430	64.024	1.594	2,55
Vegetação de mata ciliar	447.099	431.036	-16.063	-3,59
Solo exposto	95.853	95.879	26	0,03
Total	16.069.743	16.069.743		

Fonte: Codevasf (2005c)



Uma outra análise feita foi entre os dois Estados integrantes da macrorregião. No Quadro 35 apresenta-se a taxa de crescimento no período estudado para cada classe de uso do solo da região do Cerrado.

Codevasf (2005c) concluíram, como esperado, a relevância da atividade de agricultura mecanizada, com predominância para a cultura da soja. Há necessidade de um arranjo institucional, envolvendo governo e entidades civis, para orientar o plantio de novas áreas, uma vez que se têm identificado áreas cultivadas em locais que necessitam de melhor avaliação do ponto de vista ambiental, e até mesmo do econômico, principalmente com relação ao uso dos solos

do tipo Neossolos Quartzarênicos existentes na região e que vem sendo utilizada de forma inadequada. A observação de áreas de cerrado remanescentes e da dinâmica socioeconômica que se notou nas cidades mais importantes da macrorregião, como Balsas e Uruçuí, apontam para uma continuidade da expansão do agronegócio da soja na região.

O incremento percentual da área plantada no Piauí tem sido maior do que o que ocorre no Maranhão. Os valores foram de cerca de 38% para o primeiro Estado, com 207.532ha em 2003, e de 33% para o segundo, com 351.273ha em 2003. A área plantada no Maranhão é maior que a do Piauí e o percentual de avanço da fronteira agrícola é menor.

Quadro 35 - Área para cada classe de uso do solo nos Estados do Piauí e Maranhão na região do Cerrado dentro da Bacia do Parnaíba

Classes de Uso	Área (ha)				% de uso	
	2001		2003			
	PI	MA	PI	MA	PI	MA
Agricultura mecanizada	150.759	264.098	207.532	351.273	37,66	33,01
Agricultura irrigada	3.932	1.607	4.095	2.031	4,13	26,44
Atividade de agropecuária	525.694	93.251	685.300	114.482	30,36	22,77
Vegetação de Caatinga	2.821.602	3.276	2.773.265	3.295	-1,71	0,58
Vegetação de Cerrado	7.115.258	4.203.245	6.950.967	4.101.102	-2,31	-2,43
Vegetação de transição	267.768		271.325		1,33	
Área urbanizada	9.138	4.733	9.285	4.852	1,62	2,51
Corpos de água	35.342	27.088	35.841	28.183	1,41	4,04
Mata ciliar	128.478	318.621	120.335	310.701	-6,34	-2,49
Solo exposto	95.853		95.879		0,03	

Fonte: Codevasf (2005c)

Entre os fatores que explicam o maior crescimento percentual do plantio de soja no Piauí em relação ao Maranhão está, a maior área de cerrado ainda sem exploração e a maior produtividade obtida naquele Estado, inclusive comparando-se com o restante do País, de acordo com informações da Embrapa.

O território da Chapada das Mangabeiras, quase coincidente com a Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia), apresentou o maior crescimento da atividade, com significativos 42,4%. Isso pode ser explicado, em termos econômicos, por ser a grande fronteira para o agronegócio da soja, já que possui maior área disponível para expansão e por apresentar maior produtividade da cultura.

No território dos Tabuleiros do Alto Parnaíba, coincidindo com as Sub-bacias Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) e Parnaíba 01 (Balsas) verificou-se um crescimento de 33%. Nessa região, encontra-se a melhor infra-estrutura para apoio à atividade, com maiores centros urbanos e rede de estradas, no entanto possui a menor área indicada para a expansão do negócio.

O território dos vales dos rios Piauí e Itaueiras, coincidindo com parte da Sub-bacia Parnaíba 05 (Canindé/Piauí), principalmente rio Piauí, e com a Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras), não apresentou registro da classe agricultura mecanizada nos dois anos analisados. Neste território se localiza o espaço relativo ao ecótono entre os biomas Cerrado e Caatinga e os fatores edafo-climáticos são considerados como impeditivos para o desenvolvimento da cultura da soja.

A atividade agropecuária que aparece como a segunda em importância, com crescimento de cerca de 29% entre os anos estudados, apresentou, no Piauí, um crescimento significativo, de 30%, entre os dois anos, enquanto o Maranhão obteve crescimento de apenas 23%, mesmo considerando-se que nesse Estado há uma rede hídrica bem mais apropriada para esta atividade. Nos vales dos rios Piauí e Itaueiras houve o maior crescimento no período, com quase 50%, sendo a atividade que mais cresceu neste período.

A agricultura irrigada, com 10,6% de avanço entre os dois anos, é uma atividade relevante na macrorregião. Esta atividade vem se concentrando mais na região do Tabuleiro do Alto Parnaíba, provavelmente em função da maior disponibilidade hídrica.

Chamou a atenção o decréscimo da vegetação de mata-ciliar no período estudado, cerca de 3,6%, com uma diminuição de 16.063ha, ocorrendo mais fortemente no Piauí, com 6,3%, contra 2,49% no Maranhão. O desmatamento da mata ciliar pode provocar o assoreamento dos rios, lagos e reservatórios existentes nas Sub-bacias.

As principais consequências sobre os recursos hídricos das atividades relacionadas ao uso do solo na Sub-bacia do Alto Parnaíba (Balsas, Alto Parnaíba, Gurguéia e Itaueiras) estão relacionadas ao cultivo da soja e à agropecuária. Estas atividades, exigem o desmatamento e o uso de agrotóxicos e fertilizantes. Os solos desmatados, principalmente os Neos-

solos Quartzarênicos, ficam mais frágeis e, juntamente com os escoamentos superficiais, tornam-se susceptíveis à erosão e carreamento de sedimentos para os rios e reservatórios, aumentando o risco de inundação e diminuindo a capacidade de armazenamento de água nos lagos e reservatórios.

As partículas de solo, quando argilosos, como é o caso do tipo de solo predominante na região adsorvem nutrientes e metais pesados presentes na composição de alguns fertilizantes e agrotóxicos. Através do escoamento superficial os metais adsorvidos são carreados aos corpos de água, onde ficam disponíveis à biota, entrando na cadeia alimentar e se acumulando nos organismos, podendo provocar, a longo prazo, doenças decorrentes do excesso de metais. Quanto aos fertilizantes, estes são ricos em nutrientes e são carreados, como os metais, aos corpos de água, provocando aumento da atividade biológica e, em alguns casos, a eutrofização do ambiente aquático.

Na região do Alto Parnaíba existem áreas em processo de desertificação causada, principalmente, pela ação antrópica, como o sobrepastoreio, a mineração, o desmatamento generalizado e a agricultura inadequada. O principal núcleo de desertificação no Piauí é o de Gilbués (Quadro 36), pertencente ao bioma Cerrado, indicado na Figura 39.

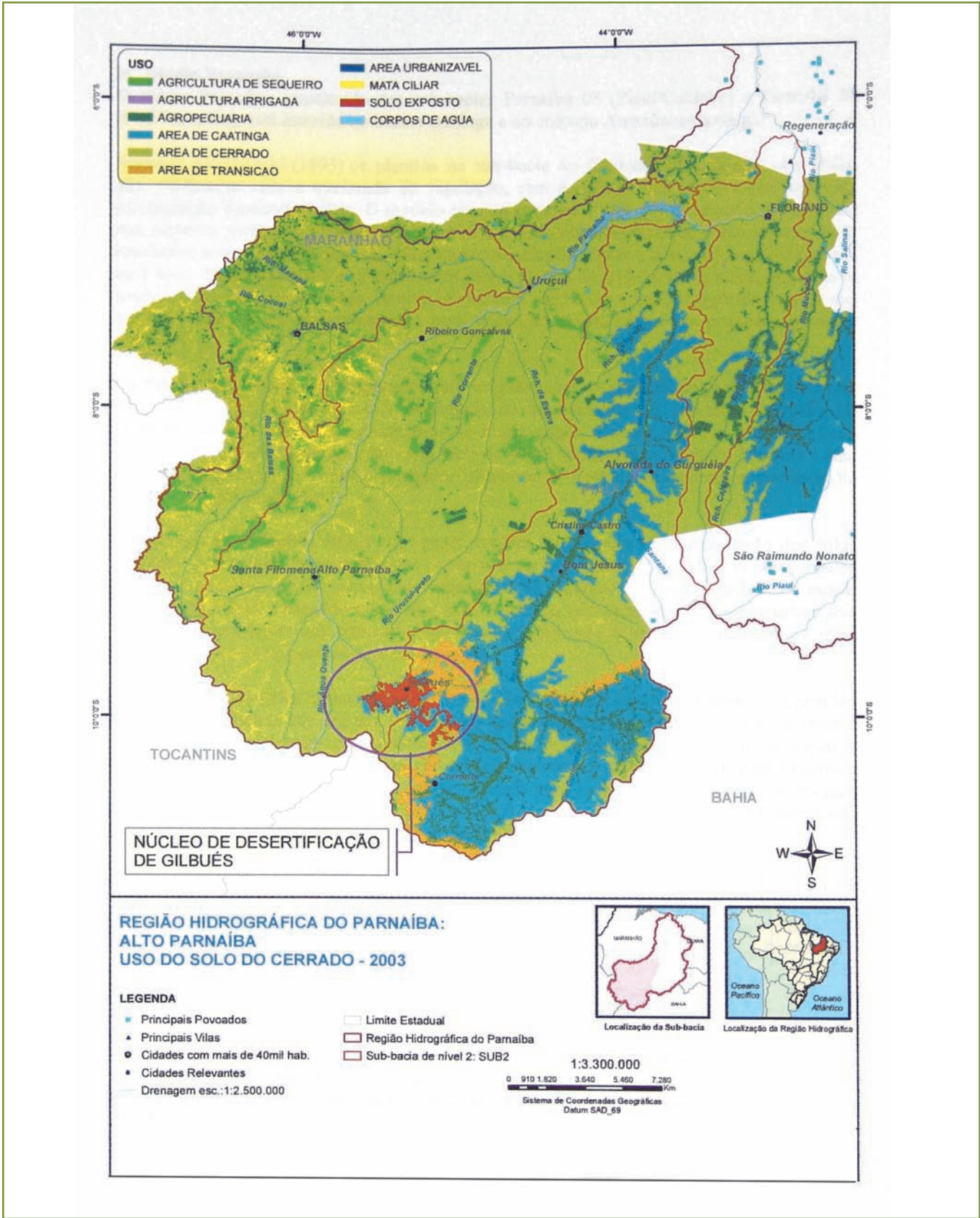
A área indicada no Quadro 36 é a área total dos Municípios pertencentes ao núcleo, não significando que toda esta área esteja desertificada. No Quadro 34, pode-se observar que a área com solo exposto, a qual poderia indicar áreas

em processo de desertificação, é de apenas 95.879ha, correspondendo a 958,79Km², bem menor que o total da área dos três Municípios.

Quadro 36 - Núcleo de desertificação na Região Hidrográfica do Parnaíba

Município	Área do Município (Km²)	População – 2000 (hab.)
Gilbuês	3.475	10.229
Barreiras do Piauí	1.955	3.098
Monte Alegre do Piauí	2.264	10.230
Núcleo de Gilbuês	7.694	23.557

Fonte: IBGE (2004, p. 69)



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 39 - Uso da terra no Cerrado, em 2003, na Região Hidrográfica do Parnaíba, segundo Codevasf (2005c)



### Médio Parnaíba

O Médio Parnaíba, constituído das Sub-bacias Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), está inserido no bioma Caatinga e no ecótono Amazônia-Caatinga.

Segundo Aridas/PI (1995) os plantios na Sub-bacia do Canindé/PI, região semi-árida, são realizados após a queima da vegetação, sem a retirada dos tocos e sem qualquer preocupação conservacionista. O modelo comum consiste do plantio no ano e a mudança no ano seguinte para área vizinha, porque o solo é excessivamente pobre e não oferece bons resultados com utilização seguida. Geralmente o agricultor deixa a terra em *pousio* durante 7 ou 8 anos. Os morros são muito procurados para o plantio de milho e até de arroz, expondo-se totalmente o solo ao processo erosivo. É bastante utilizado o adubo orgânico animal nas culturas de quintais, particularmente para adubação de hortaliças ou pequenos pomares frutíferos.

Na Figura 40, pode-se observar agricultura irrigada, com projetos de irrigação na Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e a ocorrência de agropecuária na Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), próximo aos Municípios de Regeneração, Campo Maior e Ararendá. Uma grande concentração de Municípios com mais de 40 mil habitantes próximos a Teresina e uma grande concentração de vilas e povoados próximos a Crateús demonstram a tendência de urbanização nestas regiões.

A presença de rebanhos animais no pasto conduz forçosamente à compactação dos solos elevando o potencial erosivo hídrico. Durante o período chuvoso, os solos já compactados durante a estiagem, possuem reduzida capacidade de absorção da água e esta passa a escoar sobre a superfície, carreando o material solto e provocando escavações, gerando sulcos que podem se transformar nas famosas vossorocas, inutilizando o solo. Este fenômeno é mais frequente sobre os Latossolos, comum na região.

Os roçados feitos pelos agricultores não levam em conta a inclinação das terras e os plantios são feitos em fileiras que seguem a inclinação das terras; as culturas em geral não cobrem e não protegem suficientemente os solos. A ausência do traçado de curvas de nível amplia o potencial erosivo; e por último, mas não menos importante: o agricultor não aplica insumos ou recursos financeiros que signifiquem tecnologia para a produção ou para a conservação dos solos. Têm-se, portanto, excepcionais condições para a manutenção de um extraordinário e fatal pro-

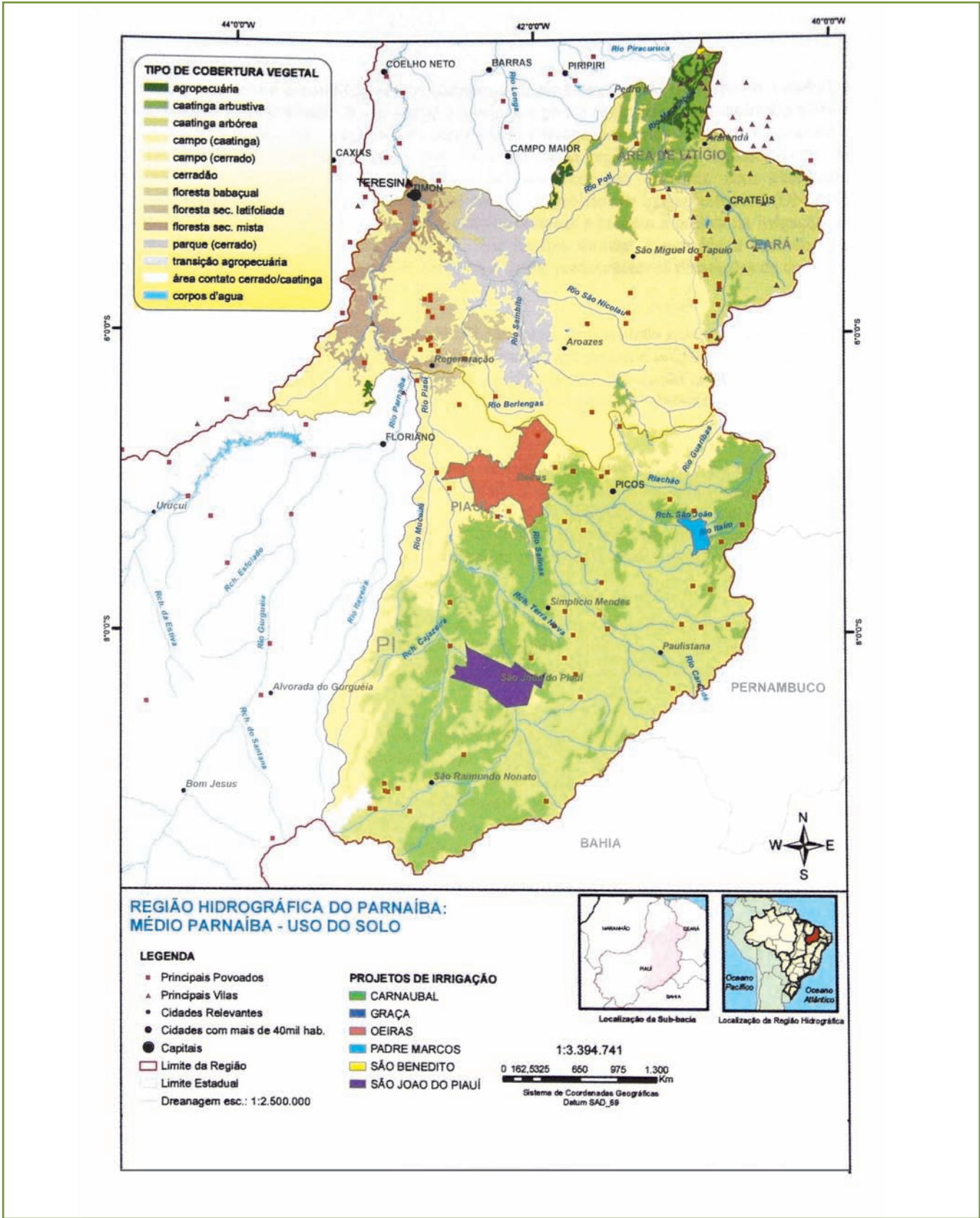
cesso de degradação dos solos, particularmente no Semi-árido.

Ainda, conforme Aridas/PI (1995), em projeto realizado pela COMDEPI, em 1992, para uma barragem sobre o rio Canindé, no Município de Conceição do Canindé, revelou que na área do eixo da barragem a profundidade do leito arenoso (sedimentos trazidos para o rio) apresentava 14m de profundidade. Esse leito arenoso estende-se por dezenas de quilômetros numa evidente demonstração de que o rio serve de depósito para um grande volume de sedimentos transportados pelas enxurradas, favorecidas pela concentração do período chuvoso em apenas três a quatro meses do ano e a torrencialidade das chuvas.

A região semi-árida apresenta um elevado potencial de erosão que aumenta à proporção que os desmatamentos são realizados, seja para objetivos de produção agrícola, seja pelo extrativismo madeireiro. E esse potencial de erosão foi submetido à prova dentro do processo de desenvolvimento da agricultura e da pecuária, e os resultados estão claramente demonstrados no leito do rio Canindé, onde repousa uma camada de, pelo menos, 14 metros de sedimentos transportados, e pelas dezenas de grandes bancos de areia depositados no leito do rio Parnaíba, desde Amarante, onde desemboca o rio Canindé, até o litoral. Essa particularidade de leito tomado por profundos estratos arenosos não está presente apenas no rio Canindé, mas também no rio Piauí e no seu tributário rio São Lourenço, no Município de São Raimundo Nonato.

Segundo Aridas/PI (1995), na Sub-bacia do Poti planta-se cana de açúcar em alguns talvegues úmidos, na região de Castelo do Piauí, mandioca, feijão e milho. São pequenos plantios de subsistência e desprovidos de tecnologias mais avançadas. Existe a pecuária extensiva, com pouco extrativismo vegetal, no que se destaca a exploração de lenha. A exemplo do que acontece nas outras Sub-bacias, nesta o solo sofre desmatamento e fica absolutamente exposto às intempéries. O carreamento de sólidos pelas águas de enxurradas é intenso no período chuvoso.

Nos setores centro e oeste, à exceção do Município de Teresina, ocorrem extensas áreas de solos arenosos, soltos, muito permeáveis, impróprios para a agricultura tradicional produtora de grãos, recobertos pela vegetação do Cerrado. No leste, registra-se vegetação arbóreo-arbustiva com ocorrência de gramíneas de porte homogêneo, pobre, resultante dos solos de má qualidade para a vida vegetal.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 40 - Uso da terra no Médio Parnaíba

### **Baixo Parnaíba**

O Baixo Parnaíba é constituído, principalmente, pelo rio Longá e pelo rio Parnaíba. Conforme Aridas/PI (1995) a Bacia do rio Longá é muito boa para a agricultura em função dos solos e pluviometria favoráveis. A agricultura acompanha as margens dos rios Jenipapo, Piracuruca e o próprio Longá, em Buriti dos Lopes. Ocorrem nesta região muitas lagoas rasas e de substrato argiloso que favorece a prática da rizicultura nas vazantes, com excelentes resultados de produtividade. Em Piri-piri desenvolve-se projetos de irrigação federal (DNOCS) a jusante do açude Caldeirão, e em propriedades diversas é comum a prática da irrigação de culturas nobres, principalmente melancia. Nos trechos úmidos é extraída a amêndoa do Babaçu para produção de óleo. Entre Teresina e União predominam as plantações de cana-de-açúcar.

A Figura 41 apresenta o uso do solo da Sub-bacia, representado pela cobertura vegetal e projetos de irrigação. Observa-se nesta figura áreas de agropecuária próximo à confluência do rio Longá com o rio Piracuruca. Também se verifica forte urbanização nas proximidades de Teresina, Parnaíba e Tianguá, com cidades com mais de 40 mil habitantes e muitas vilas e povoados.

Em Aridas/PI (1995) é citado um relatório executado pela Petrobrás sobre a navegabilidade do rio Parnaíba, onde se concluiu que a atividade que mais contribui para o assoreamento do rio Parnaíba, prejudicando a navegação, é a prática da agricultura de vazante. As terras são férteis, constituídas por aluviões, e nelas as culturas respondem com maior vigor e melhores produtividades. São, portanto, muito procuradas pelos agricultores para instalarem as suas atividades.

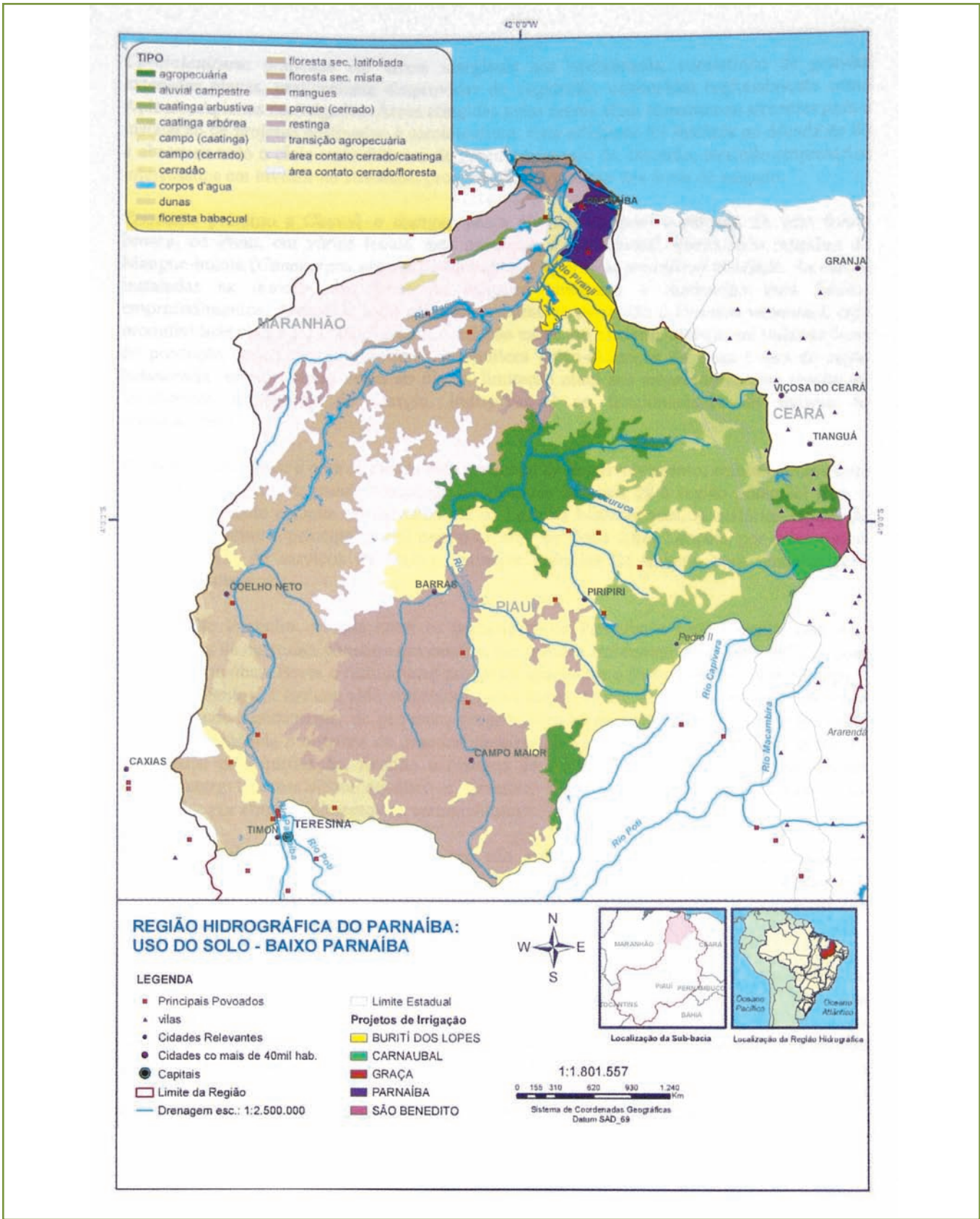
Conforme o documento “Projeto-Piloto Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba”, desenvolvido pela Secretaria de Políticas Públicas para o Desenvolvimento Sustentável do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005), os principais recursos explorados na área do Delta do Parnaíba são:

**Recursos Marinhos:** transporte marítimo de cargas, pessoas e turistas na região deltáica; pesca extrativa de camarão, notadamente industrial, valendo-se de barcos motorizados

equipados para o arrasto; pesca artesanal, com currais e canoas equipadas com redes e/ou anzóis. A diminuição dos estoques pesqueiros na área carece de pesquisa para balizar um programa de gestão específico, destacando-se estudos relativos à localização e movimentação dos cardumes, reprodução, alimentação de espécies ameaçadas, além de levantamento de dados limnológicos e oceanográficos.

**Recursos do Mangue:** captura de caranguejos que utiliza a mão-de-obra de centenas de pessoas que ali permanecem durante toda a semana, só retornando para suas casas ao final de semana. A produção diária está em torno de 20 cordas (de 4 caranguejos) e é transportada em barcos ou canoas para o Porto dos Tatus, no Município de Ilha Grande. Ali, é embarcada em caminhões para Fortaleza, mercado quase exclusivo para as 18 toneladas produzidas semanalmente. O ganho de um catador de caranguejo varia de 1,5 a 3,5 salários mínimos, dependendo da demanda. Durante o transporte até Fortaleza, estima-se em 40% a mortalidade devido às condições inadequadas. A queda da produção homem/dia e do tamanho dos caranguejos capturados justificam-se pelo desmatamento do mangue e pela sobre captura.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 41 - Uso da terra da Sub-bacia Baixo Parnaíba



**Carcinicultura:** praticada em faixas marginais aos manguezais, consistindo de grandes extensões planas, praticamente desprovidas de vegetação, conhecidas regionalmente como Apiacás, Apicuns ou Salgados. Áreas atingidas pelas marés altas, tornaram-se atraentes para a instalação de projetos destinados à carcinicultura. Esta atividade foi iniciada na década de 1980 e absorveu todo o ciclo reprodutivo e de desenvolvimento do camarão, atraindo empresários interessados em investir na atividade, provocando valorização das áreas de salgado.

Enquanto próximo a Chaval, o mangue passa diretamente para o salgado de uma forma brusca, no Piauí, em vários locais, esta passagem é transicional, aparecendo manchas de Mangue-bolota (*Conocarpus erectus*) e Carnaúba (*Copernicia prunifera*) atrofiada. As cercas instaladas na maioria das áreas de salgados sinalizam a destinação para futuros empreendimentos. A espécie mais utilizada atualmente na região é *Penaeus vannamei*, cuja produtividade chega a 2.000kg/ha/ano. A criação exige um eficiente manejo em todas as fases de produção com controle constante dos índices físico-químicos da água e uso de ração balanceada, servida várias vezes ao dia. A limitação atual aos empreendimentos resulta do insuficiente suprimento de energia, indispensável ao funcionamento do sistema de bombeamento.

**Recursos Turísticos:** atividade com potencial de desenvolvimento, embora ainda em fase incipiente. A grande variedade de atrativos naturais dá à região potencial para o ecoturismo, desde o Delta do Parnaíba até os Lençóis Maranhenses. A histórica cidade de Parnaíba constitui o principal portal para o turismo no Delta e nos Lençóis, por deter a mais completa rede de serviços da região, inclusive agências de turismo com vínculos com operadoras nacionais.

A Lagoa do Portinho, situada entre os Municípios de Parnaíba e Luís Correia, com 8Km de extensão, constitui um cenário que mistura ambientes aquáticos e eólicos, com dunas e carnaúbas. Bares e restaurantes procuram aproveitar o fluxo turístico, embora alguns estabelecimentos já tenham sido soterrados pelas dunas. O uso do solo às margens da lagoa está mudando rapidamente, de pequenas propriedades rurais para chácaras turísticas, tendo como consequência a abertura de grandes clareiras na vegetação natural, principalmente os carnaubais, para edificação, ficando o mangue de Botão (*Conocarpus sp.*) como divisor natural entre o ecossistema aquático e terrestre. Estas áreas desmatadas passam a ser exploradas por empreendimentos de carcinicultura.

Mais ao interior, as praias do rio Longá são atrativos naturais, capazes de atender as necessidades de lazer da população local e de regiões próximas. Entretanto, o maior potencial turístico reside no patrimônio arqueológico, principalmente nos Municípios de Buriti dos Lopes, Caxingó e Bom Princípio.

**Agricultura Tradicional:** feita para subsistência, com nenhuma ou pouca tecnologia, podendo-se encontrar, pontualmente, algumas áreas diferenciadas. As atividades produtivas são fortemente influenciadas pela proximidade do rio Parnaíba. As populações residentes nas suas proximidades tendem a depender da pesca ou da rizicultura para seu sustento. O Parnaíba é o único rio que apresenta condições de barramento em vários trechos e vazões contrastantes a jusante, com repiques, sobretudo após a construção da Barragem da Boa Esperança. Em época de cheias, a água inunda as margens, enche inúmeras lagoas e provoca, por vezes, desbarrancamentos.

As variações periódicas de vazões que controlam os níveis de ocupação influenciam sensivelmente as propriedades, aptidões dos solos e aproveitamento agrícola variando no decurso do ano. As cotas médias do nível das águas variam entre 10 e 12 metros e inviabilizam a proteção das aluviões. O assoreamento do leito torna-se cada vez mais ameaçador para a navegabilidade, segundo medidas batimétricas efetuadas nos anos 2000/2001, pela Semar do Piauí, nos trechos à montante da cidade de Luzilândia.

O Censo Agropecuário de 1996 revelou que 70% dos estabelecimentos agropecuários de Magalhães de Almeida possuíam uma área menor que 10 ha, o que comprova a predominância de pequenos produtores na região. No mesmo ano, o principal produto agrícola foi a mandioca com 2.783t colhidas.

**Rizicultura e Pesca:** as lagoas interiores localizam-se principalmente às margens do rio Parnaíba e entre este e o rio Longá. A rizicultura desponta como a única cultura tradicional de ciclo curto de significado na região. Basicamente, é feita em lagoas marginais ao rio Parnaíba e em áreas tomadas ao mangue. A grande quantidade de lagoas margeando o rio Parnaíba entre os Municípios de Buriti dos Lopes, Magalhães de Almeida e Joaquim Pires cria o ambiente propício para a cultura de arroz irrigado por inundação no período de seca do rio, de julho a dezembro.

A Bacia do Rio Longá é uma faixa de terra abrangida pelos Municípios de Buriti dos Lopes e Caxingó. O rio Longá é o afluente mais importante da margem direita do rio Parnaíba no seu baixo curso. Exerce papel importante na reprodução

de diversas espécies de peixes, principalmente por ser o rio mais profundo da região, de águas calmas e com as margens ainda relativamente preservadas.

Diversas lagoas marginais destacam-se por sua importância ecológica (berçário de diversas espécies de peixes) e econômicas (rizicultura). Dentre elas, a lagoa Grande de Buriti dos Lopes é a de maior significado. Esta lagoa de grandes dimensões é o sustentáculo econômico do Município de Buriti dos Lopes, pela produção de arroz cultivado na época de baixa precipitação, quando atinge cotas de vazantes. Parte das margens da lagoa pertence ao Estado e parte a particulares. A floresta que existia nessas margens foi totalmente dizimada, restando um solo laterizado. A exploração da lagoa é realizada por 600 famílias ligadas à associação de produtores e por dois médios produtores. A produção média alcança quatro toneladas por hectare, chegando a oito no centro da lagoa, embora esta área só seja passível de exploração na época de grandes secas.

A importância social e econômica das lagoas requer uma discussão entre os órgãos ambientais e as comunidades locais para dirimir os conflitos de uso existentes, o uso de defensivos agrícolas e as construções das barragens.

Além da rizicultura, a cultura de subsistência, complementada pela pecuária bovina extensiva, são as principais ocupações da mão-de-obra na área. O extrativismo vegetal, principalmente de Carnaúba e Buriti, exerce papel complementar. A atividade da apicultura começa a ser desenvolvida pelos pescadores como complementação da renda familiar. Toda a produção pesqueira da lagoa é comprada no próprio Município por atravessadores que a escoam para Teresina e para o Ceará.

**Pecuária Extensiva, Agricultura de Subsistência e Extrativismo Vegetal:** afastando-se do rio Parnaíba, a agricultura de subsistência complementada pela pecuária extensiva, constitui a atividade dominante. A cultura do caju desempenha papel relevante em alguns Municípios costeiros, a exemplo de Barroquinha. A adaptação do cajueiro à região recomenda o incentivo ao plantio, principalmente nas áreas de dunas como forma de auxiliar na fixação das mesmas.

Embora distribuída de maneira difusa pela região, a pecuária extensiva predomina na faixa de terras situada entre os Tabuleiros Costeiros Orientais e os Tabuleiros Interiores, dispondo-se em arco e ocupando territórios dos Municípios de Bom Princípio (PI) e Chaval (CE) e parte dela está contida na APA da Serra da Ibiapaba. A pecuária apresenta

boas perspectivas de desenvolvimento nesta faixa, exigindo melhoria dos plantéis e manejo mais tecnificado, tendo em vista um aumento da produção de leite.

Mais ao sul, ainda no Piauí, a principal atividade econômica é a agricultura de subsistência, normalmente complementada pela pecuária bovina extensiva, com reduzidos plantéis. Isso ocorre também nas áreas de planície, pois se excluindo a rizicultura, a agricultura de subsistência e uma incipiente pecuária tornam-se a alternativa. O extrativismo vegetal, principalmente da Carnaúba (*Copernicia cerifera*), atua como fator complementar à pequena renda da população. A produção agrícola, incluindo a extrativista, é escoada para Buriti dos Lopes, utilizando rodovias de pavimentação primária bem conservadas.

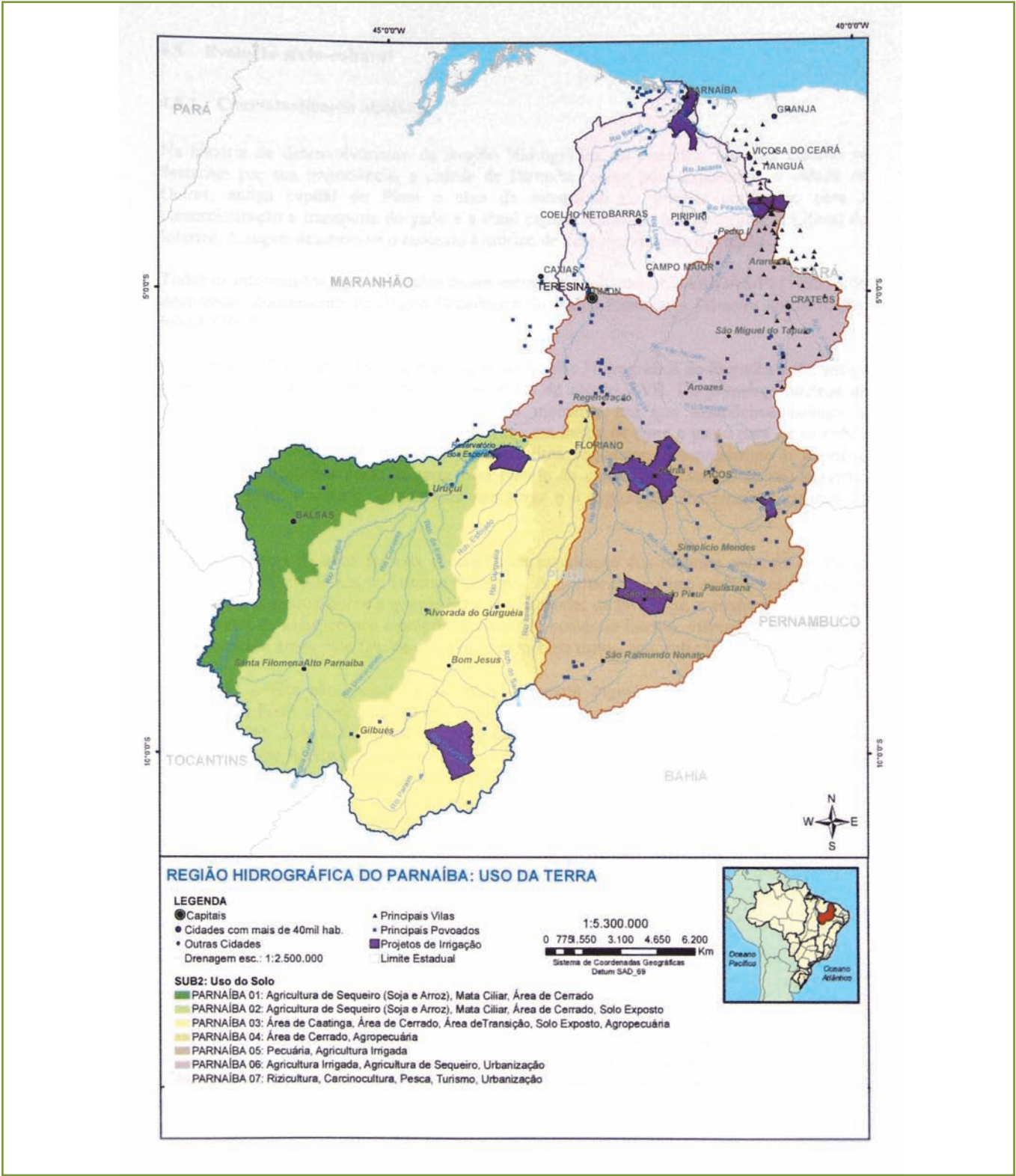
**Projetos de Irrigação e Perímetro Irrigado:** dois grandes projetos de irrigação existem na área e há anos não conseguem entrar em pleno funcionamento. O Projeto Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí e o Projeto Distrito de Irrigação Tabuleiros de São Bernardo, de responsabilidade do Governo Federal, vêm passando por diversos órgãos e, atualmente, encontram-se sob a responsabilidade do DNOCS. Os distritos irrigados são, em curto prazo, a alternativa de indução do desenvolvimento na região do Baixo Parnaíba, criando empregos diretos e indiretos, gerando tecnologia, produzindo excedentes que beneficiarão outros setores econômicos.

O Distrito de Irrigação do Piauí apresenta condições privilegiadas para a produção de frutas em qualquer época do ano, com clima tropical de janeiro a junho e semi-árido de julho a dezembro. Os solos são típicos dos Tabuleiros Costeiros, com predominância de Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos, com excelente drenagem, boa profundidade e topografia plana a levemente ondulada. A água é captada no rio Parnaíba por um canal de aproximação de 1.340m de extensão e 40m de largura. O Projeto tem uma área total de 10 mil hectares, sendo 7.943ha destinados à irrigação. A concepção original prevê a emancipação do projeto com a gestão sendo exercida por intermédio dos associados.

O Distrito de Irrigação Tabuleiros São Bernardo localiza-se à margem esquerda do rio Parnaíba, Estado do Maranhão, nos Municípios de Araisos e Magalhães de Almeida. A área total do projeto é de 25 mil hectares irrigáveis, estando a primeira etapa concluída com 5.351ha e que beneficiará diretamente 359 famílias de colonos e técnicos proprietários, além de 37 empresários. A iniciativa privada funcionará como propulsora do processo, ficando a seu cargo a gestão

do projeto. A exploração agrícola estará centrada em culturas de alta densidade de venda, especialmente as frutíferas.

A Figura 42 apresenta uma síntese do uso da terra nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 42 - Uso da terra na Região Hidrográfica do Parnaíba

#### 4.4 | Evolução Sociocultural

##### Contextualização histórica

Na história de desenvolvimento da Região Hidrográfica do Parnaíba, algumas cidades se destacam por sua importância, a cidade de Parnaíba, como pólo exportador, a cidade de Oeiras, antiga capital do Piauí e eixo de integração no interior nordestino para a comercialização e transporte do gado e a atual capital, Teresina, por aproximar o Litoral do Interior. A seguir descreve-se o contexto histórico de desenvolvimento da região.

Todas as informações aqui colocadas foram extraídas do documento Aridas/PI (1995) e do documento Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Parnaíba – Primeira aproximação, MMA (2005).

Conforme Aridas/PI (1995), a exploração da Região Hidrográfica do Parnaíba é tão antiga quanto as atividades extrativistas que remontam do século XVII. Os primeiros núcleos de povoamento foram implantados a partir do momento em que fazendeiros baianos e pernambucanos ultrapassaram as suas fronteiras em busca de água e pasto para os rebanhos nos Alto Rio Gurguéia e Alto Rio Piauí. Muitos vaqueiros, acompanhando o rebanho, desbravavam pequenas áreas de terra para plantio de culturas necessárias ao seu sustento. Começou, neste momento, a ocupação das terras e a exploração dos recursos naturais da região.

Durante dezenas de anos foi este o cenário da exploração dos recursos naturais do Piauí: grandes criatórios bovinos no sistema extensivo. A permanência deste cenário era fortalecida por inúmeras razões, como a grande extensão territorial da Província, a ausência de estradas, dificuldades de transportes e a própria ausência de comércio interno, marcado pela rarefação populacional e ainda pelo fato de que a base monetária estava concentrada em poucas mãos.

No litoral, a vida não chegava a ser muito diferente daquela encontrada no centro sul e sudoeste do Piauí. O principal núcleo urbano se desenvolvia, a partir da segunda metade do século XVIII, sob a liderança de imigrantes. Munidos de informações, os imigrantes interessavam-se igualmente pelo criatório animal para a produção de carne de sol, e deram início à utilização do rio Parnaíba como meio de transporte.

Conforme MMA (2005), embora a pecuária nordestina se

desenvolvesse como atividade complementar à monocultura canavieira (FURTADO, 1971), a Região Hidrográfica do Parnaíba detinha uma posição central na economia sertaneja, estruturada naquela época em torno das fazendas de gado, suplantando todos os seus concorrentes, notadamente o Ceará, no domínio do mercado colonial de carne seca, em meados do século XVIII.

Essa importância adquirida na economia regional é explicada, em grande parte, pela posição estratégica que o território piauiense ocupava nos “caminhos” naturais de comercialização do gado, articulando as regiões mais distantes do interior nordestino, onde sobressaía a posição central de Oeiras, primeira capital do Estado do Piauí. A partir desta cidade eram feitas ligações em várias direções penetrando, a oeste, tanto em território maranhense, pelo Vale do Itaipé, como, em litoral piauiense, pelo Parnaíba. Em sentido oposto, partiam três grandes linhas de comunicação que se dirigiam para leste (Ceará), sudeste (Vale do Rio São Francisco) e sul antes de se bifurcarem, em ramais secundários, alargando a área alcançada pelos caminhos terrestres, então existentes, no interior do Piauí.

Se a cidade de Oeiras centralizava as articulações leste-oeste que ligavam o Piauí ao interior nordestino, mantendo sua posição hegemônica no período de expansão da pecuária bovina e do comércio de carne seca, a Vila de Parnaíba consolidava, também, seu crescimento a partir dessa atividade, desempenhando papel de produtor de charque e de entreposto de exportação, onde foi criada, em 1817, uma alfândega, visando a agilização das atividades de exportação para outros portos do país e exterior.

O crescimento e a afirmação inicial de Parnaíba devem-se, preponderantemente, à sua condição/função de porta de entrada e, principalmente, de saída, do grande eixo de penetração do interior constituído pelo rio Parnaíba.

Em termos geopolíticos, a escolha de uma nova capital, em 1852, numa região central daquela remota província do Império, significou, também, a tentativa de consolidar uma unidade político-administrativa cuja integração territorial estava, ainda, em grande parte, a ser construída. Toda a burocracia pública – incluindo segmentos militares e religiosos – e a mão-de-obra escrava foram deslocadas para a



construção da nova capital (Teresina), confirmando, pelo esvaziamento político, o declínio da pecuária sertaneja.

Já em Aridas/PI (1995), como decorrência de crises no mercado da carne, passou-se a explorar mais intensamente outras alternativas de riquezas naturais, como a cera de carnaúba, sementes de babaçu, nozes de tucum, borracha de maniçoba, entre outros, que se negociava com o exterior.

Ao contrário da pecuária, a história da agricultura piauiense é bem recente, ela ainda está se estruturando. As áreas de agricultura se desenvolveram mais intensamente nas regiões sob domínio climático do semi-árido, como na microrregião dos Baixões Agrícolas Piauienses (Picos e outros) e Altos Piauí e Canindé, nos quais as isoietas médias variam de 500 a 750mm/ano. Em 1960, as áreas de lavoura no Piauí estavam estimadas em 442 mil hectares, dos quais 215 mil hectares situavam-se nas duas mencionadas microrregiões, o que correspondia a 48,6% das áreas de lavoura do Estado. Em 1980, houvera uma ampliação da mesma área total para 755,6 mil hectares dos quais 294 mil hectares concentravam-se naquelas microrregiões, correspondendo a 38,9% (ARIDAS/PI, 1995).

A agricultura irrigada foi introduzida no Piauí, conforme Aridas/PI (1995), a partir da década de 1970 com a introdução de projetos de irrigação promovidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), quando surgiram os primeiros perímetros de irrigação: Caldeirão (Piripiri), Lagoas (Luzilândia), Morro dos Cavalos (Simplicio Mendes) e as áreas de irrigação no vale do Gurgueia (Cristino Castro), iniciando-se assim um processo de modernização da agricultura. No entanto, a irrigação não se desenvolveu nesta região e a agricultura primitiva, basicamente de subsistência, ocupa a quase totalidade das terras envolvidas na produção agrícola.

Segundo MMA (2005), a economia regional era baseada em atividades agroextrativistas, que se adensavam ao longo dos vales fluviais, aí se destacando a lavoura comercial de arroz voltada, preferentemente, para o mercado nordestino. Já no sertão, o segmento gado-algodão-lavouras alimentares caracterizava o uso da terra, formando, de acordo com Silva (1977), a típica combinação agrária sertaneja que traçou, no binômio latifúndio-minifúndio, seu padrão fundiário característico.

A hegemonia da navegação fluvial nas ligações entre o interior e o litoral piauiense vai sendo superada causando o redirecionamento dos fluxos e das comunicações, cada vez mais, a favor da capital e da afirmação de sua centralidade sobre o espaço e as relações econômicas estabelecidas no estado e na região. A opção adotada pelo Governo Federal pelo transporte rodoviário inviabilizou, assim, o corredor fluvial do Parnaíba cujo assoreamento progressivo provocava, inclusive, o encarecimento do frete ao tornar vários trechos do rio de difícil navegabilidade.

Conforme MMA (2005), o Nordeste Ocidental tinha, até 1969, seu sistema elétrico dependente de velhas usinas termelétricas, ficando as mesmas, muitas vezes, sem operar por falta de combustível devido à enorme dependência que tinham da chegada irregular de navios aos portos da região. O potencial instalado de 43MW até o final dos anos sessenta revela a precariedade no fornecimento de energia ao Maranhão e Piauí. A entrada em operação da Usina Presidente Castelo Branco, gerando energia a partir da Barragem de Boa Esperança, no rio Parnaíba, representou, para a economia regional, a superação de um enorme obstáculo à sua inserção no mercado nacional.

Suas linhas de transmissão foram inicialmente estendidas a São Luís e Teresina, cidades que mais se ressentiam da falta de eletricidade, e, posteriormente, elas se estenderam para alcançar Parnaíba e Fortaleza através das subestações de Piripiri e Sobral.

A atividade extrativista da carnaúba e babaçu, dominante em grandes extensões do Piauí e Maranhão, foi o fator responsável pelo desenvolvimento de alguma atividade industrial em cidades como Caxias (MA) e Parnaíba, além de São Luís e Teresina. Cabe observar que a produção regional de babaçu, proveniente dos vales do Mearim e Pindaré, no Maranhão, e do Vale do Parnaíba, que se destinava ao porto de Fortaleza, onde se concentravam as fábricas de óleo e as firmas exportadoras, era transportada, através da BR-316, até Teresina, daí seguindo pelas BR-343 e BR-222 até aquele porto.

A produção do arroz tomava o mesmo rumo, isto é, a BR-316, até a capital piauiense, e as BR-343 e BR-222 até o mercado cearense, no qual se destacam as cidades de Sobral e Fortaleza ou, continuando pela BR-316, até o nó rodoviário

de Picos, para onde convergem outros fluxos provenientes de Presidente Dutra e Pastos Bons (MA), seguindo de Picos para o norte ou para o sul em direção à Região Sudeste.

A preponderância de um extrativismo decadente e de uma agricultura de subsistência, aliada ao baixo poder aquisitivo de grande parte da população, não permitiu, na área do Delta e do Vale do Parnaíba, a consolidação de uma demanda expressiva de atividades comerciais e de serviços, nem tampouco de centros urbanos com equipamentos e funções significativas.

Nesse contexto, um número significativo de pequenos centros regionais e sub-regionais ficou sob a influência dos dois principais focos de polarização – os centros sub-metropolitanos de Teresina e São Luís – integrados à rede urbana da metrópole de Fortaleza. O papel desempenhado por essas cidades no processo de ocupação e estruturação econômica dos Estados do Maranhão e Piauí, assim como as funções administrativas inerentes à condição de capital e de núcleos das mais importantes atividades econômicas regionais, respondem pela força de comando sobre o uso de seus territórios estaduais.

Crescimento demográfico e situação social

Para analisar o crescimento e a situação social da população residente nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba foram utilizados os dados fornecidos em PNRH (2005) e em Codevasf (2005d).

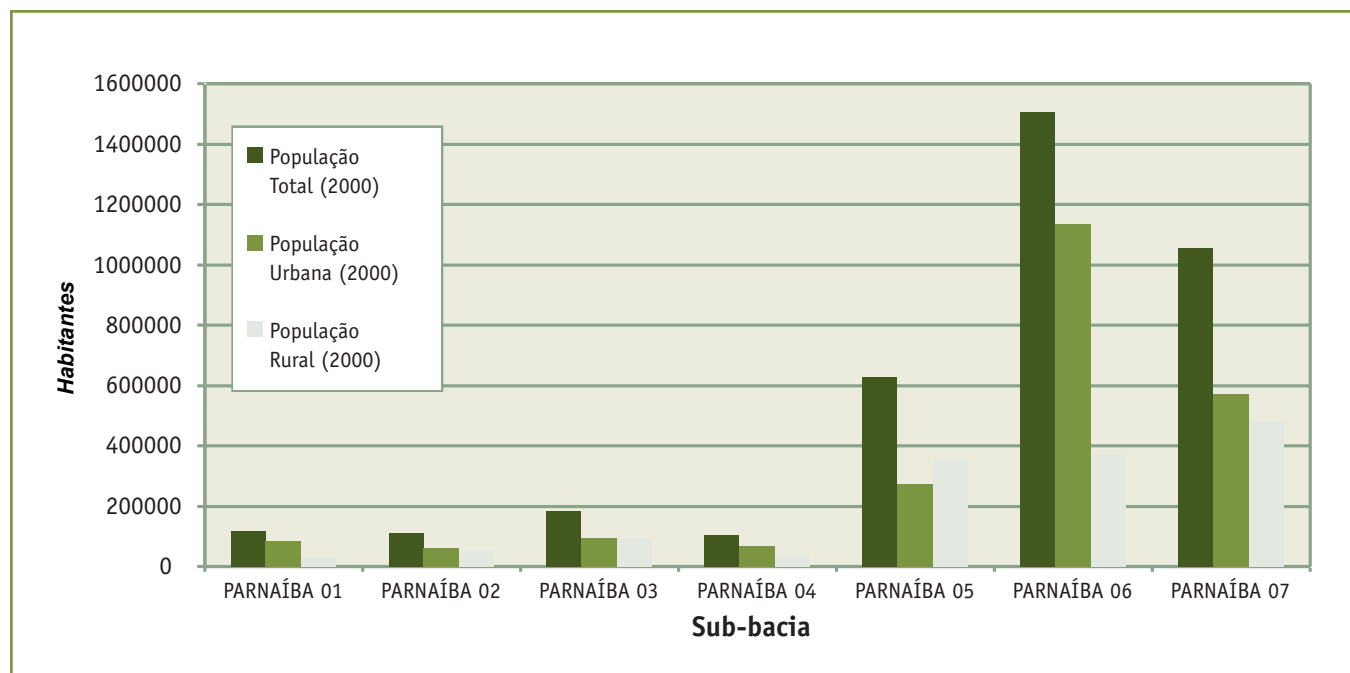
Com base nos dados fornecidos em PNRH (2005), obteve-se a relação entre a população Urbana e Rural, com relação ao total para cada Sub-bacia. No Quadro 37 é possível observar os valores obtidos e na Figura 43 são apresentados os mesmos valores em forma gráfica.

O maior contingente populacional encontra-se na Sub-bacia Parnaíba 06, bem como o maior percentual de urbanização. Nesta Sub-bacia encontra-se o Município de Teresina, que representa 46,8% de sua população total e 19,3% da população total da Região Hidrográfica do Parnaíba. Vale ressaltar, também, que é na Sub-bacia 06 que se encontram os Municípios mais populosos da região, além de Teresina. Destacam-se os Municípios de Timon, no Maranhão, e Parnaíba, no Piauí.

Quadro 37 - Distribuição da população da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacias		Área (Km²)	População (hab.) *			TU (%)	D (hab./Km²)
Sub 1	Sub 2		Total	Urbana	Rural		
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.590	118.966	85.520	33.446	71,9	4,6
	Parnaíba 02	59.032	110.929	60.495	50.433	54,5	1,9
	Parnaíba 03	52.297	183.631	92.718	90.913	50,5	3,5
	Parnaíba 04	14.726	102.862	68.502	34.360	66,6	7,0
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	75.193	627.517	274.583	352.934	43,8	8,3
	Parnaíba 06	62.143	1.508.039	1.134.679	373.360	75,2	24,3
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.821	1.053.171	569.877	483.294	54,1	24,6

TU: Taxa de Urbanização D: Densidade Populacional  
\*: Bases do Censo IBGE (2000)



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 43 - Distribuição da população na Região Hidrográfica do Parnaíba

A Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas), apesar de ter a menor quantidade de habitantes, apresenta a segunda maior taxa de urbanização. Isto se deve ao crescimento do Município de Balsas que apresentou entre 1991 e 2000 uma taxa de crescimento de 4,9hab./ano, uma das maiores da região, em função, principalmente, do crescimento da atividade agrícola mecanizada relacionada com a produção de soja. Nesta cidade, conforme Codevasf (2005), já vem apresentando formação de uma região metropolitana com a população migrante de outras regiões próximas que buscam alternativas de emprego na agricultura e não obtém sucesso.

A Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) apresenta o menor índice de urbanização e a maioria da população vive na zona rural. Esta Sub-bacia é representada pelos rios Piauí e Canindé, localizada, quase que inteiramente, na porção semi-árida, com características de escassez de água, apresentando uma das menores disponibilidades de água superficial (7,9m³/s) e subterrânea (9,76m³/s). Na Figura 44, é apresentada a distribuição da população na Região Hidrográfica do Parnaíba.

O Quadro 38 apresenta os dados populacionais dos principais Municípios de cada Sub-bacia. Observa-se que os Municípios mais populosos encontram-se nas Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). Os

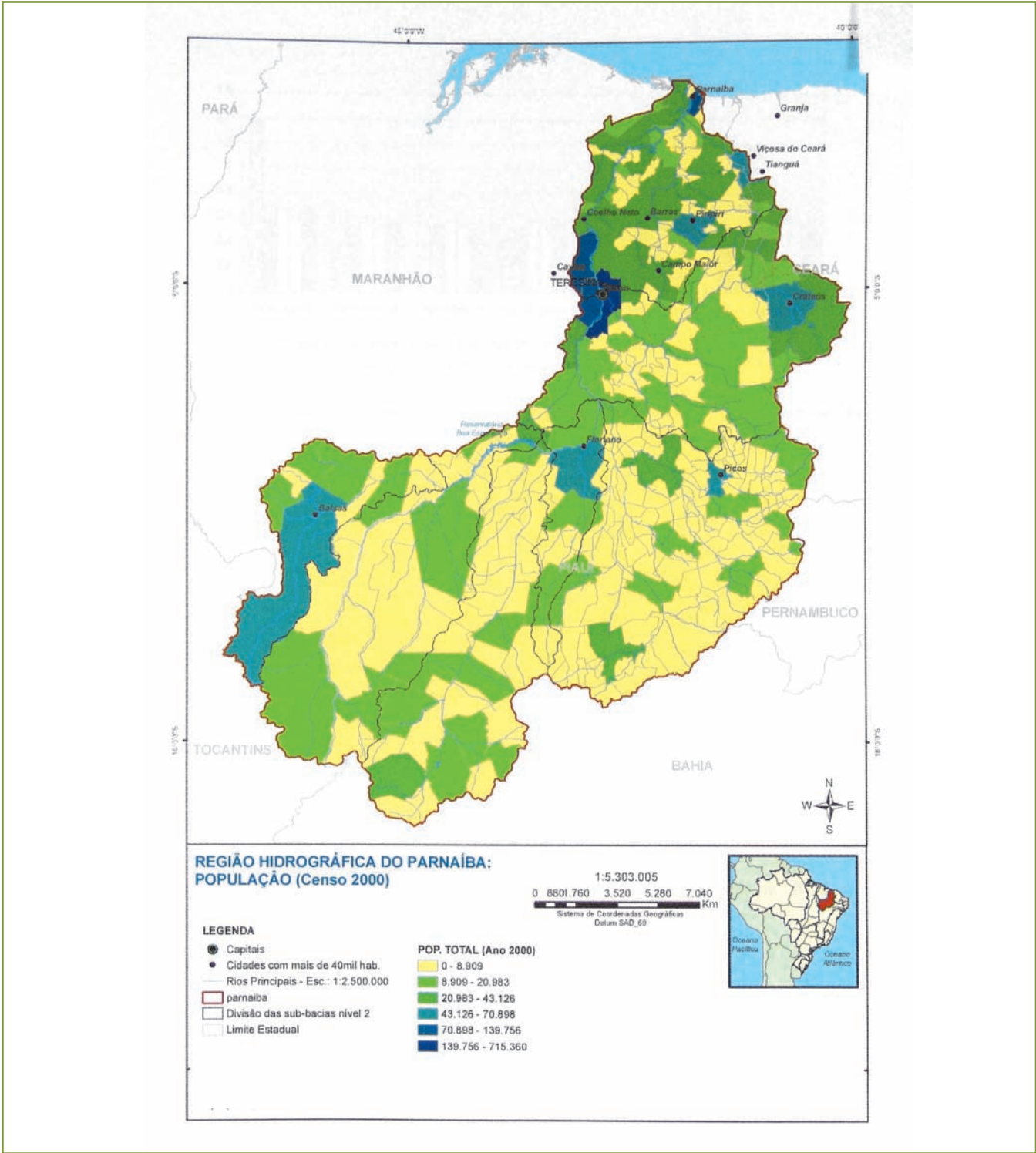
três Municípios mais populosos da Sub-bacia do Parnaíba 04 (Itaueiras) respondem por 74,4% da população da Sub-bacia enquanto que nas Sub-bacias do Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), respondem por 20,7% e 22,4% respectivamente, de sua população total.

Para analisar outros índices indicativos de crescimento da população e situação social em cada Sub-bacia foram utilizados os dados apresentados em Codevasf (2005d).

Uma análise da distribuição de renda na Região Hidrográfica do Parnaíba pode ser feita por meio do índice de Gini e de L de Theil. O índice de Gini, criado pelo matemático Conrado Gini, mede o grau de concentração de renda, por comparação entre os 20% mais ricos e os 20% mais pobres e o seu valor varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 maior é a desigualdade na distribuição de renda. O índice L de Theil mede a desigualdade da distribuição de indivíduos segundo a distribuição de renda *per capita* e pode variar de zero a infinito. Quanto mais próximo de zero melhor é a distribuição de renda. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano de 2003 (PNUD), o Estado mais desigual do Brasil passou a ser Alagoas, cujo índice de Gini aumentou de 0,63 para 0,69; o Estado menos desigual continua sendo Santa Catarina, apesar de uma pequena elevação no índice de Gini de 0,55 para 0,56.

Nas Sub-bacias estudadas, o índice de Gini variou de 0,49 (1991) a 0,67 (2000) e o índice de L de Theil variou de 0,43 (1991) a 0,68 (2000). A Sub-bacia Parnaíba 01, representada pelo rio Balsas, apresentou a maior desigualdade na distribuição, justamente a que teve o maior taxa

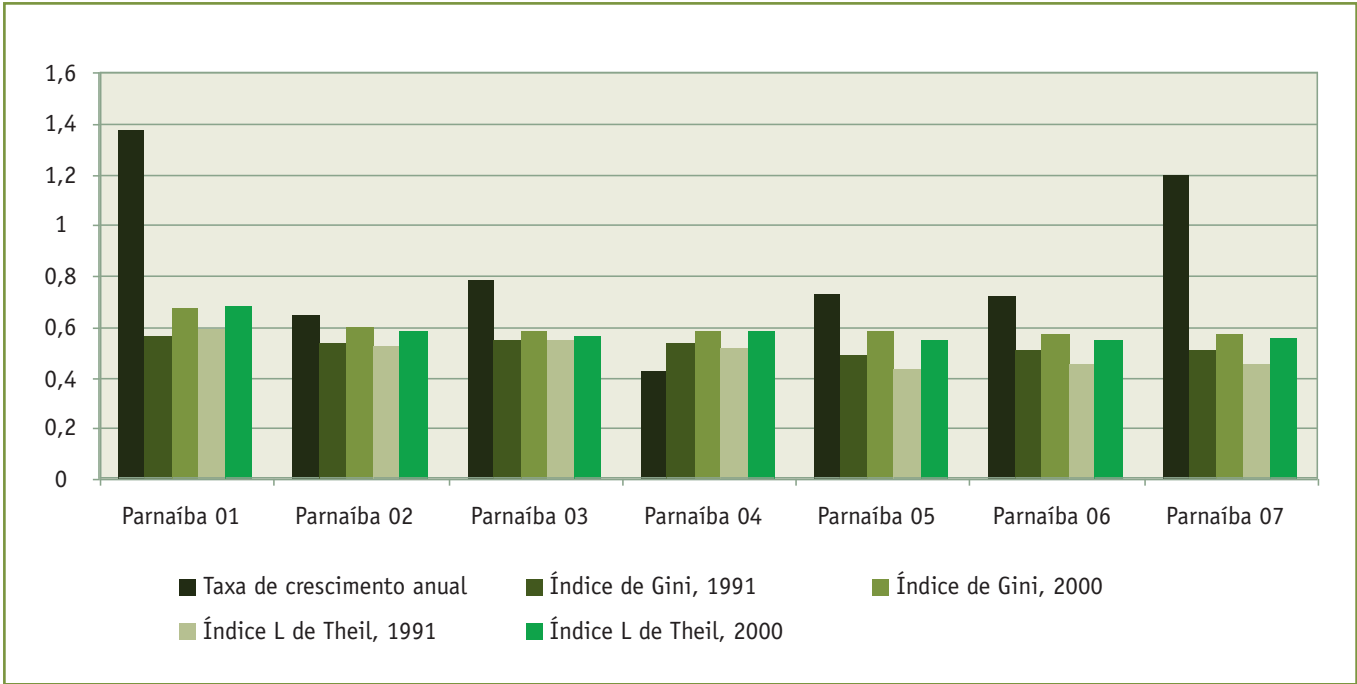
de crescimento populacional (Figura 45) e o maior crescimento da renda *per capita* (Figura 46). Isso é reflexo do crescimento desordenado de produção de soja no Cerrado Maranhense. Só no Município de Balsas, o índice de Gini passou de 0,56 em 1991, para 0,72 em 2000.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

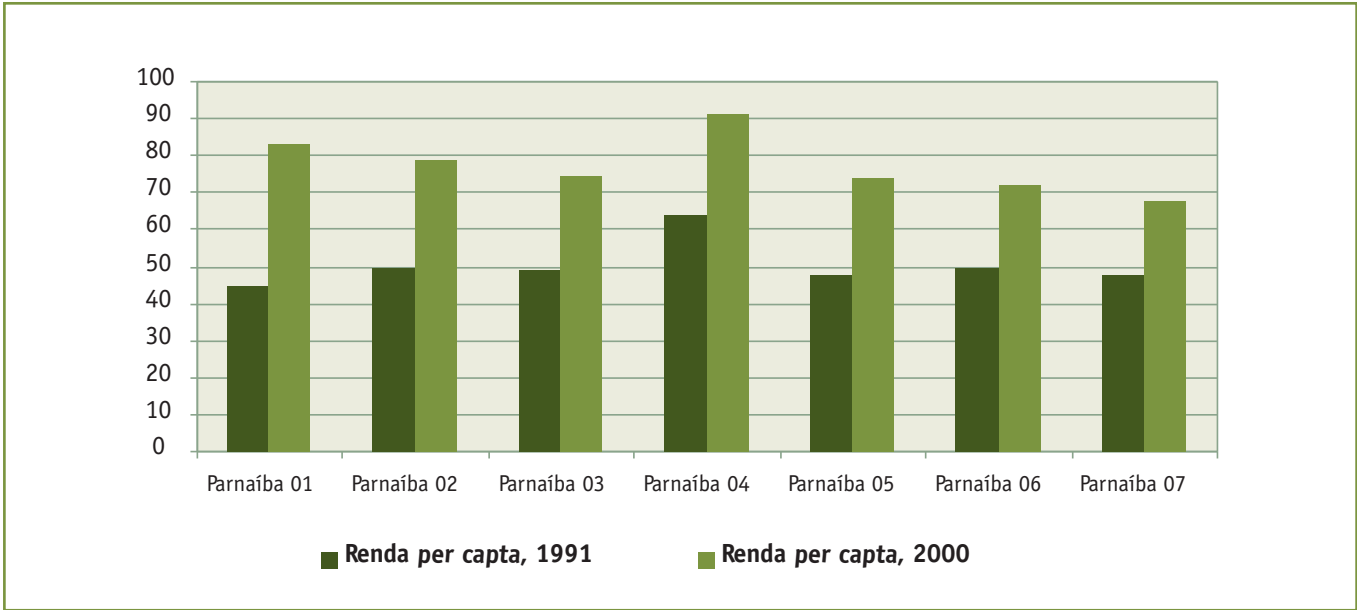
Figura 44 - Distribuição da população na Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 45 - Representação gráfica da variação dos índices representativos da desigualdade da distribuição de renda em cada Sub-bacia



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 46 - Variação da renda *per capita* em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

De maneira geral, a distribuição de renda em todas as Sub-bacias piorou entre 1991 e 2000, tendência verificada na maioria dos Municípios brasileiros, conforme Atlas do Desenvolvimento Humano de 2003 (PNUD), apesar do aumento da renda *per capita*.

Quadro 38 - Principais Municípios localizados nas Sub-bacias de nível 2 (Sub 2) da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 2	População	Município	UF	<sup>1</sup> r	População IBGE (2000)			<sup>2</sup> PM/PB (%)
					Total	Rural	Urbana	
Parnaíba 01	118.966	Balsas	MA	0,998	60.139	9.995	50.144	50,6
Parnaíba 01		São Raimundo das Mangabeiras	MA	0,886	14.284	4.564	9.720	12,0
Parnaíba 01		Riachão	MA	0,287	12.921	3.245	9.676	10,9
<b>Total</b>					<b>87.344</b>	<b>17.804</b>	<b>69.540</b>	<b>73,4</b>
Parnaíba 02	110.929	Uruçuí	PI	0,949	16.708	5.596	11.112	15,1
Parnaíba 02		Pastos Bons	MA	0,358	11.413	2.253	9.160	10,3
Parnaíba 02		Alto Parnaíba	MA	0,991	10.137	4.099	6.038	9,1
<b>Total</b>					<b>38.259</b>	<b>11.949</b>	<b>26.310</b>	<b>34,5</b>
Parnaíba 03	183.631	Corrente	PI	0,999	23.220	10.668	12.552	12,6
Parnaíba 03		Bom Jesus	PI	0,740	11.768	3.668	8.100	6,4
Parnaíba 03		Monte Alegre do Piauí	PI	0,961	9.933	7.261	2.672	5,4
<b>Total</b>					<b>44.921</b>	<b>21.597</b>	<b>23.324</b>	<b>24,5</b>
Parnaíba 04	102.862	Floriano	PI	0,919	53.949	7.265	46.684	52,4
Parnaíba 04		Barão de Grajaú	MA	0,685	12.999	5.112	7.887	12,6
Parnaíba 04		Itaueira	PI	0,860	9.614	4.489	5.125	9,3
<b>Total</b>					<b>76.562</b>	<b>16.866</b>	<b>59.696</b>	<b>74,4</b>
Parnaíba 05	627.517	Picos	PI	1,000	68.974	16.427	52.547	11,0
Parnaíba 05		Oeiras	PI	1,000	33.906	14.277	19.629	5,4
Parnaíba 05		São Raimundo Nonato	PI	1,000	26.890	9.688	17.202	4,3
<b>Total</b>					<b>129.770</b>	<b>40.392</b>	<b>89.378</b>	<b>20,7</b>
Parnaíba 06	1.508.039	Teresina	PI	0,729	705.106	27.636	677.470	46,8
Parnaíba 06		Timon	MA	0,529	121.858	8.792	113.066	8,1
Parnaíba 06		Crateús	CE	1,000	70.898	23.349	47.549	4,7
<b>Total</b>					<b>897.863</b>	<b>59.778</b>	<b>838.085</b>	<b>59,5</b>
Parnaíba 07	1.053.171	Parnaíba	PI	0,979	132.131	7.143	124.988	12,5
Parnaíba 07		Piripiri	PI	1,000	60.154	16.617	43.537	5,7
Parnaíba 07		Campo Maior	PI	1,000	43.126	11.198	31.928	4,1
<b>Total</b>					<b>235.411</b>	<b>34.958</b>	<b>2.00.453</b>	<b>22,4</b>

<sup>1</sup>r: razão entre a área do Município pertencente à Sub-bacia e a área total do Município<sup>2</sup>PM/PB (%): Relação percentual da população do Município com a população da Sub-bacia

O IDH, criado pela ONU no início da década de 1990, tem sido calculado anualmente para diversos países. Foi idealizado para servir como a base empírica dos *Relatórios de desenvolvimento humano*, responsáveis por monitorar o processo de desenvolvimento mundial ao longo da década de 1990 de maneira que o progresso humano passasse a ser medido não mais simplesmente pelo critério econômico da renda *per capita*, mas pela ponderação de fatores que de fato ampliam as oportunidades de escolha das pessoas no seu cotidiano. O IDH consiste na análise de três dimensões básicas:

- Longevidade;
- Educação;
- Renda.

As possibilidades de uma vida longa e saudável (longevidade) e de acesso ao conhecimento (educação) estão embutidas no índice com peso igual ao da renda. O pressuposto é o de que a riqueza em si não necessariamente expande as escolhas das pessoas. O que é decisivo é o uso que se faz da riqueza.

Esses índices variam de 0 a 1, sendo 1 a posição correspondente aos melhores valores. No caso do IDH, o 0 representa nenhum desenvolvimento humano; países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; e aqueles com IDH igual ou superior a 0,800 têm o desenvolvimento humano considerado alto.

Para avaliar o desenvolvimento humano na Região Hidrográfica do Parnaíba, determinou-se, com base no IDH dos Municípios em 1991 e 2000, o valor médio para cada Sub-bacia, com o objetivo de avaliar a melhoria na qualidade de vida em cada Sub-bacia. A Figura 47 mostra a evolução dos índices associados à educação, longevidade e renda.

De maneira geral, em todas as Sub-bacias houve um acréscimo da qualidade de vida no período 1991 a 2000. Verifica-se no entanto que o melhor desempenho foi na educação, isto com certeza reflete os investimentos que vem sendo feito nesta área no Brasil, desde a década de 1990, principalmente nas regiões mais carentes do país.

As Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) e Parnaíba 03 (Gurguéia) apresentaram o melhor

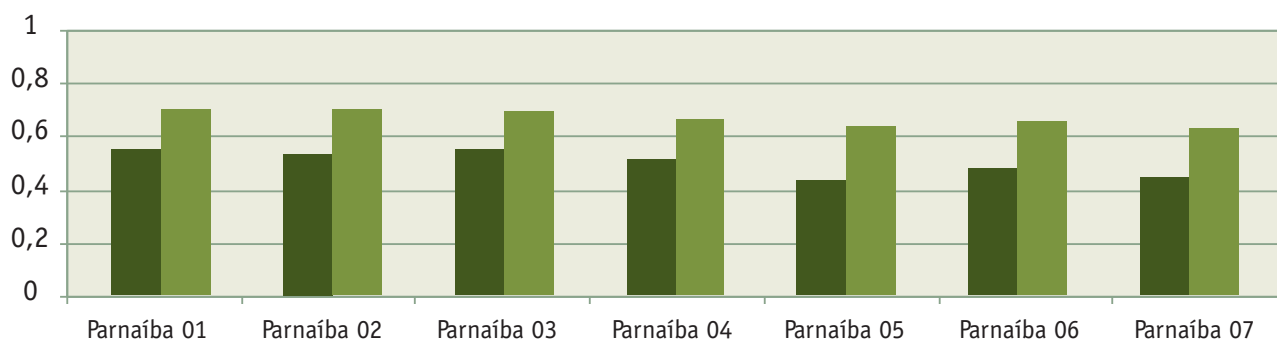
desempenho em relação às outras Sub-bacias no quesito educação, refletindo o desenvolvimento promovido pela agricultura mecanizada, principalmente, a soja, que exige mão de obra mais especializada. Verifica-se, também, que Sub-bacias com índices considerados baixos, como a Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), tiveram um aumento considerado no período, passando a ter desenvolvimento médio.

Quanto à longevidade, permanece na situação de médio desenvolvimento. Quanto à renda, todas as Sub-bacias são consideradas com baixo desenvolvimento e com pouca mudança no período, destacando-se apenas a Sub-bacia Parnaíba 04 (Itaueiras), com crescimento no período, passando de 0,5.

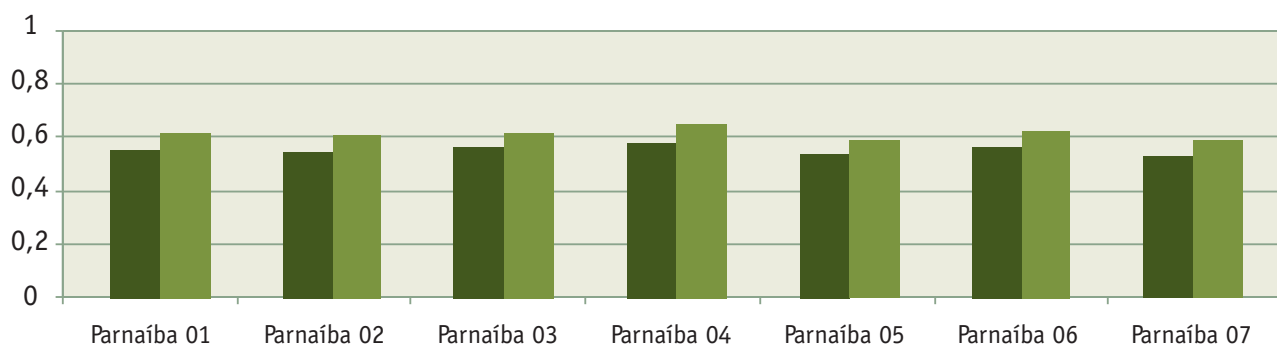
Com relação ao IDH Municipal, verifica-se, como mostra a Figura 48, que todas as Sub-bacias passaram da categoria baixo desenvolvimento para desenvolvimento humano médio.

Um outro parâmetro que pode refletir a falta de investimento privado na região é o percentual da renda das pessoas originadas de transferências governamentais através de programas específicos. Observa-se na Figura 49 aumento deste percentual, entre 1991 e 2000, enquanto que o percentual oriundo do rendimento do trabalho diminuiu.

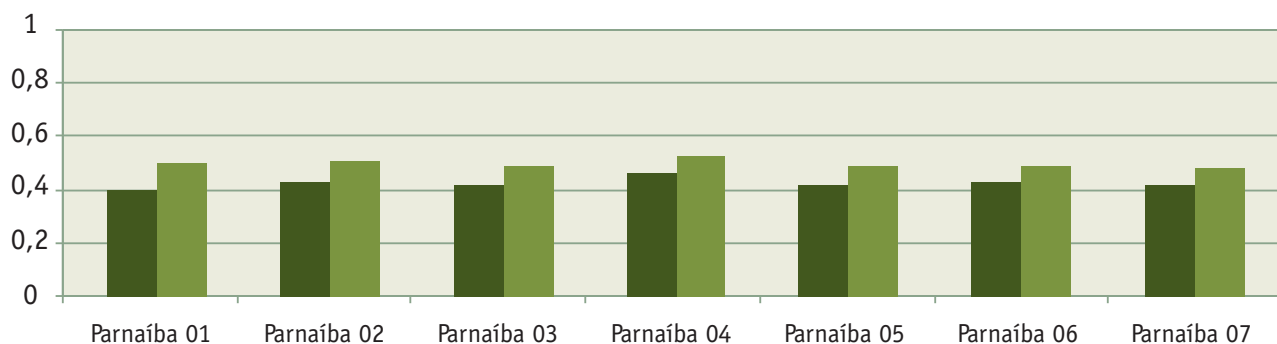
A maior dependência das transferências governamentais pode indicar a falta de investimentos em infra-estrutura básica, como saúde, educação e segurança, que permitam que a economia regional se desenvolva, tanto na esfera social quanto cultural, através de investimentos privados. A infra-estrutura hídrica, neste caso, principalmente para o setor semi-árido da região é de fundamental importância para impulsionar a economia local, propiciando condições para o desenvolvimento da agricultura e da agroindústria.



■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Longevidade, 1991  
 ■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Longevidade, 2000



■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Renda, 1991  
 ■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Renda, 2000

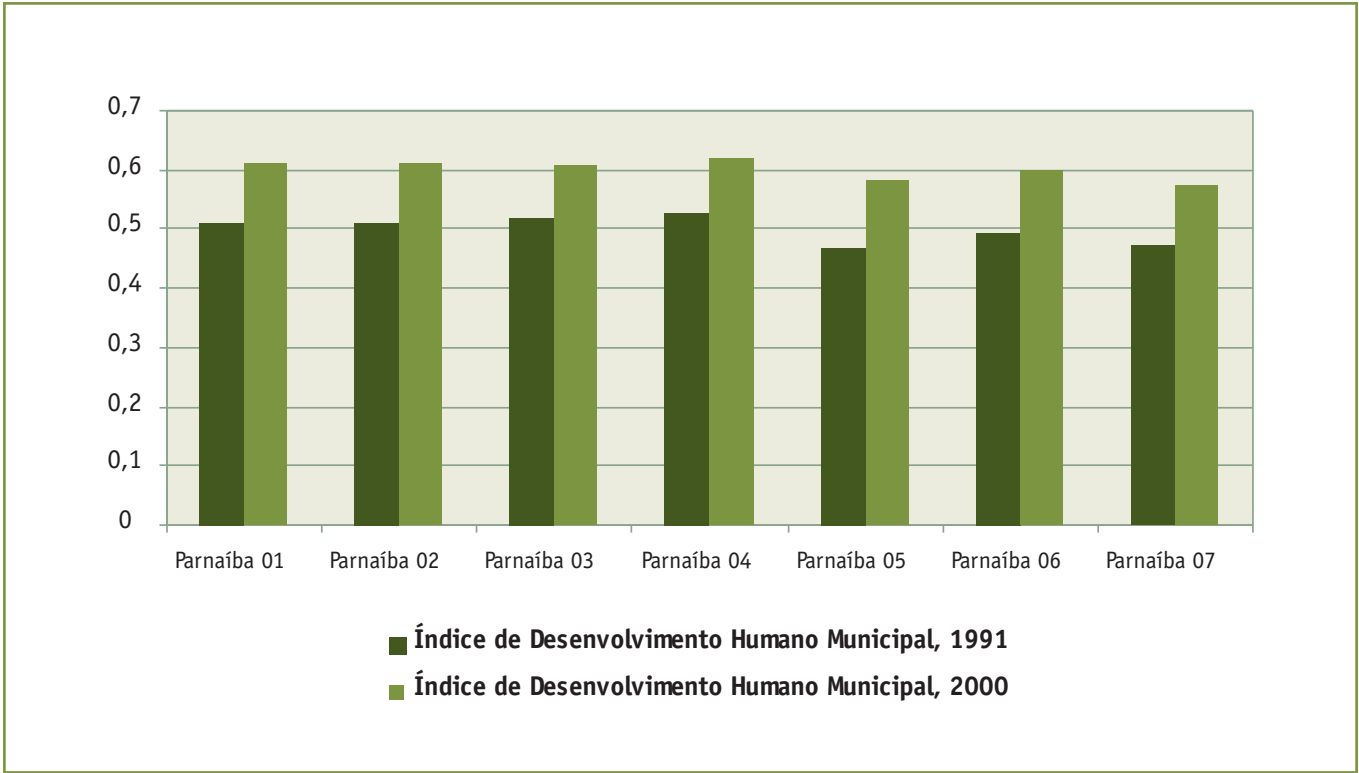


■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Renda, 1991  
 ■ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-Renda, 2000

Fonte: Bases do PNRH (2005)

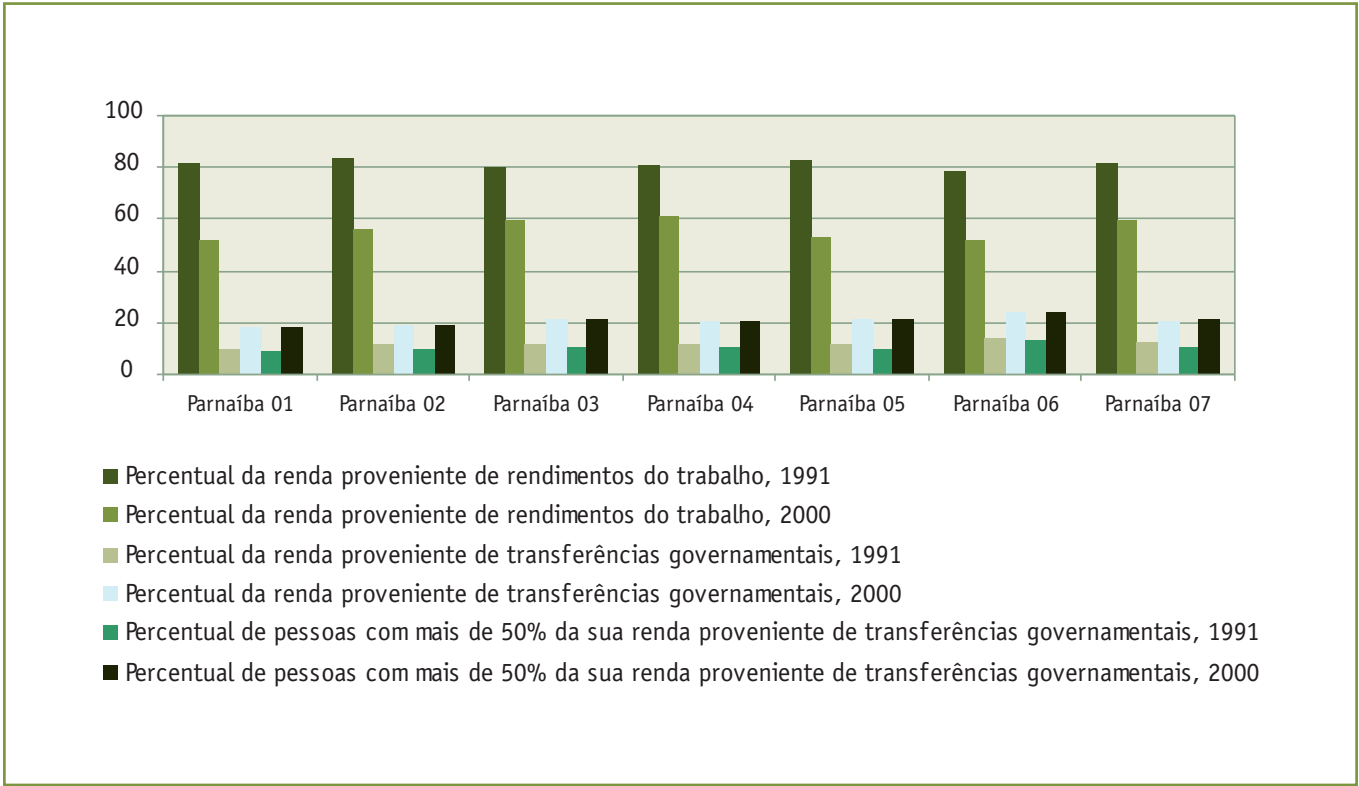
Figura 47 - Índice de Desenvolvimento Humano para a educação, longevidade e renda, para a Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 48 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal para a Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 49 - Percentuais de renda oriundos de transferências governamentais e do rendimento do trabalho na Região Hidrográfica do Parnaíba

Setores da economia

As atividades produtivas em destaque na região do Parnaíba são a pecuária, agricultura, aquicultura, extrativismo vegetal e mineral, produção de leite e mel e as indústrias extrativistas e de transformação. A seguir descreve-se a situação destas atividades nas Sub-bacias da região.

Pecuária

Atividade tradicional na Região Hidrográfica do Parnaíba. Com base em dados do Planap/Codevasf relativos à pecuária (IBGE, 2002) determinou-se os valores médios de efetivo de rebanho para cada Sub-bacia. O Quadro 39 apresenta os valores obtidos; a Figura 50 apresenta a visualização gráfica desses valores.

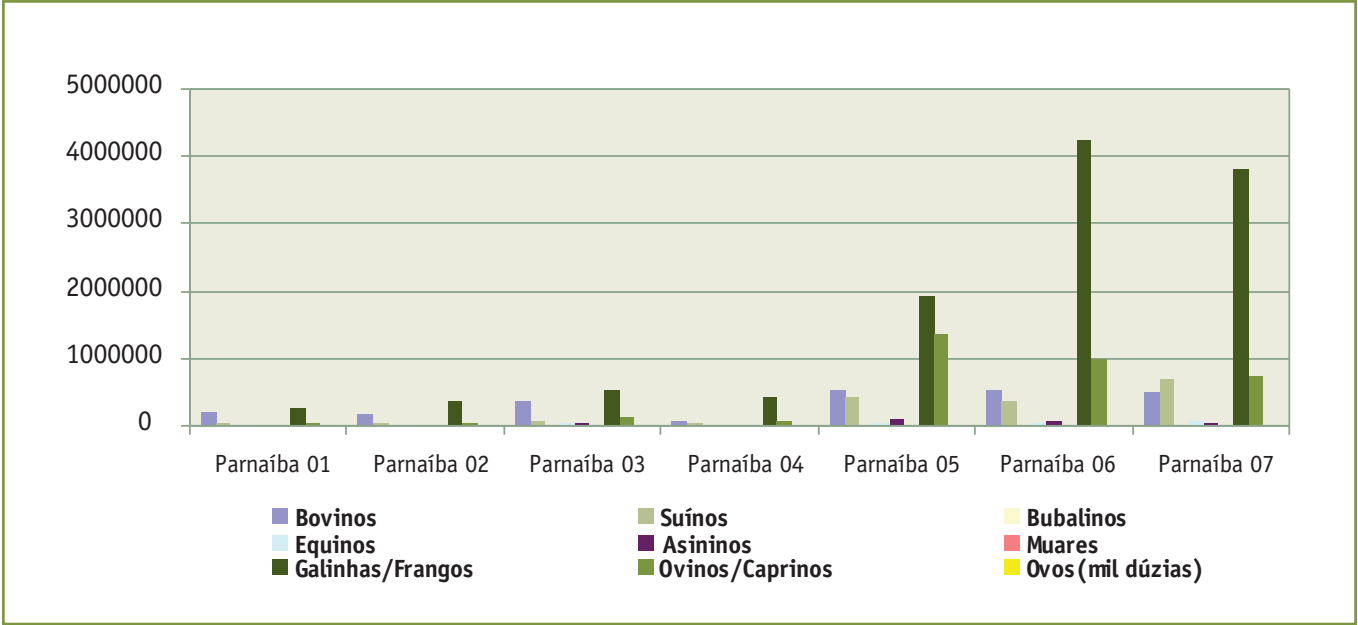
Observa-se que o maior quantitativo de rebanho é de galinhas/frangos, principalmente nas Sub-bacias

Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). Outro rebanho é o de ovinos e caprinos, destacando-se na Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), destacando o Município de Teresina, como o maior produtor. Nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 04 (Itaueiras) existem pouca atividade pecuária, com alguma produção de bovinos, galinhas e frangos.

Na Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) destacam-se a criação de ovinos/caprinos, asininos e muares, com maior criação no Município de Dom Inocêncio (PI) e a criação de bovinos, no Município de Oeiras, enquanto na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) destacam-se a produção de suínos, no Município de Barras (PI), bubalinos, em Araiões (MA), eqüinos, em Campo Maior (PI), e a produção de ovos, em Parnaíba (PI).

Quadro 39 - Efetivo de rebanho (cabeças) nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Rebanho	Sub-bacias						
	Alto Parnaíba				Médio Parnaíba		Baixo Parnaíba
	Parnaíba 01	Parnaíba 02	Parnaíba 03	Parnaíba 04	Parnaíba 05	Parnaíba 06	Parnaíba 07
Bovinos	200.994	176.479	351.184	76.878	543.830	534.886	496.252
Suínos	23.003	24.648	57.804	41.696	414.201	379.165	696.463
Bubalinos	59	24	41	0	27	78	790
Eqüinos	5.517	6.217	23.412	7.784	48.635	29.803	50.803
Asininos	7.217	8.120	18.548	9.363	96.208	50.689	46.884
Muares	3.917	4.399	4.197	1.228	16.156	11.627	10.133
Galinhas /Frangos	254.359	375.324	536.029	414.111	1.924.469	4.242.415	3.797.178
Ovinos/Caprinos	23.669	32.625	131.051	76.688	1.358.485	985.686	728.862
Ovos (mil dúzias)	351	545	1.144	1.273	3.005	7.087	8.347



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 50 - Demonstração gráfica do efetivo de rebanho nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

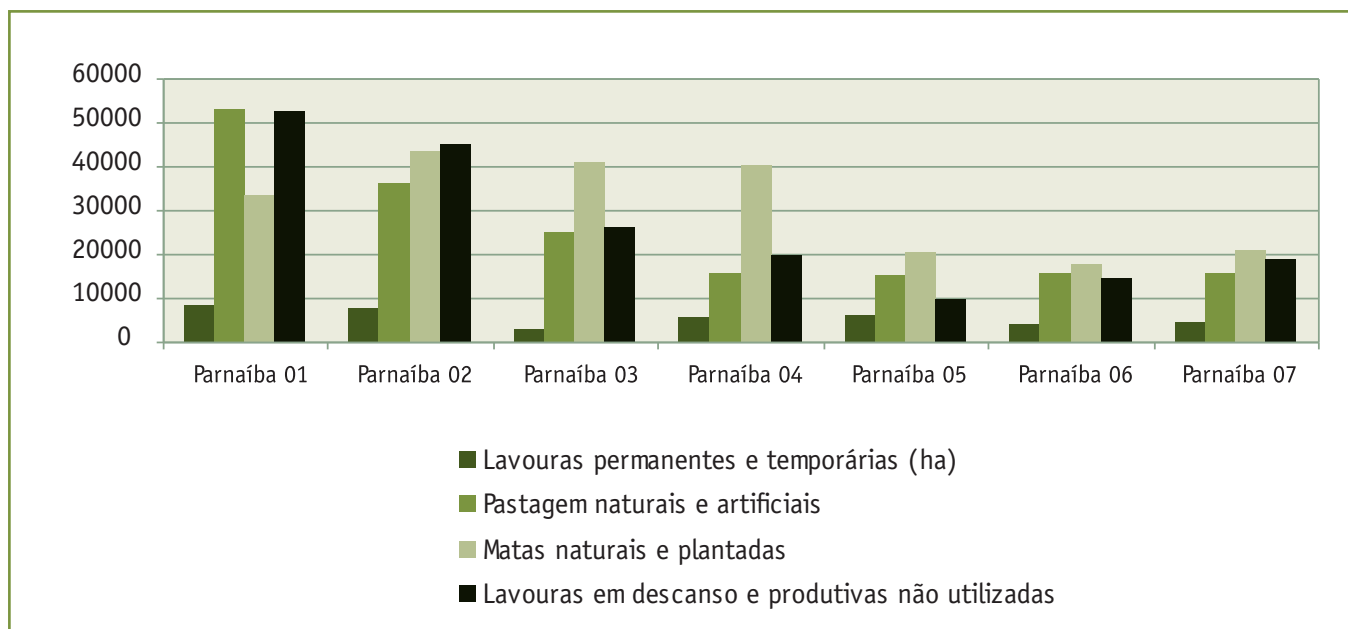
Agricultura

Com dados do Planap/Codevasf (IBGE, CENSO AGRO-PECUÁRIO, 1995) determinou-se os valores médios para cada Sub-bacia do Parnaíba das áreas, em hectare, com la-

vouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e artificiais, matas naturais e plantadas e lavouras em descanso e produtivas não utilizadas. O Quadro 40 apresenta os valores médios, enquanto a Figura 51 os mostra graficamente.

Quadro 40 - Áreas plantadas, em hectares, nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Lavouras permanentes e temporárias	Pastagens naturais e artificiais	Matas naturais e plantadas	Lavouras em descanso e produtivas não utilizadas
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	8.418,28	53.062,99	33.427,18	52.790,71
	Parnaíba 02	7.774,60	36.189,77	43.429,28	45.242,23
	Parnaíba 03	2.907,89	25.185,74	41.072,45	26.217,78
	Parnaíba 04	5.637,03	16.018,97	40.328,79	20.149,39
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	6.127,00	15.140,98	20.312,88	10.208,21
	Parnaíba 06	4.472,26	15.939,38	17.666,69	14.928,75
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	4.721,66	15.531,24	20.834,38	19.165,17



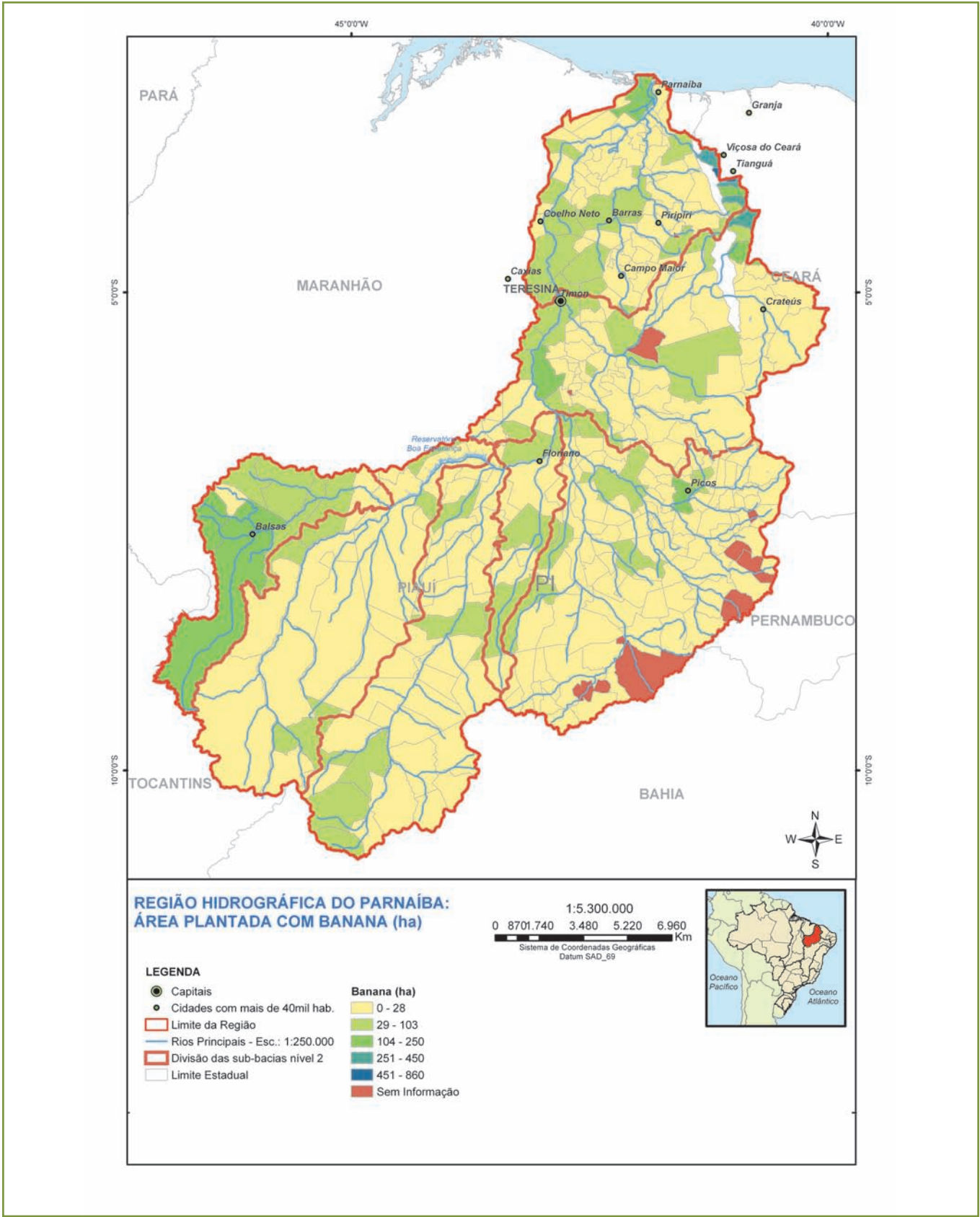
Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 51 - Áreas plantadas, em hectares, nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Observa-se que as maiores áreas com lavouras permanentes e temporárias encontram-se nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba). Isso se deve, principalmente, ao cultivo da soja que predomina nesta região de Cerrado.

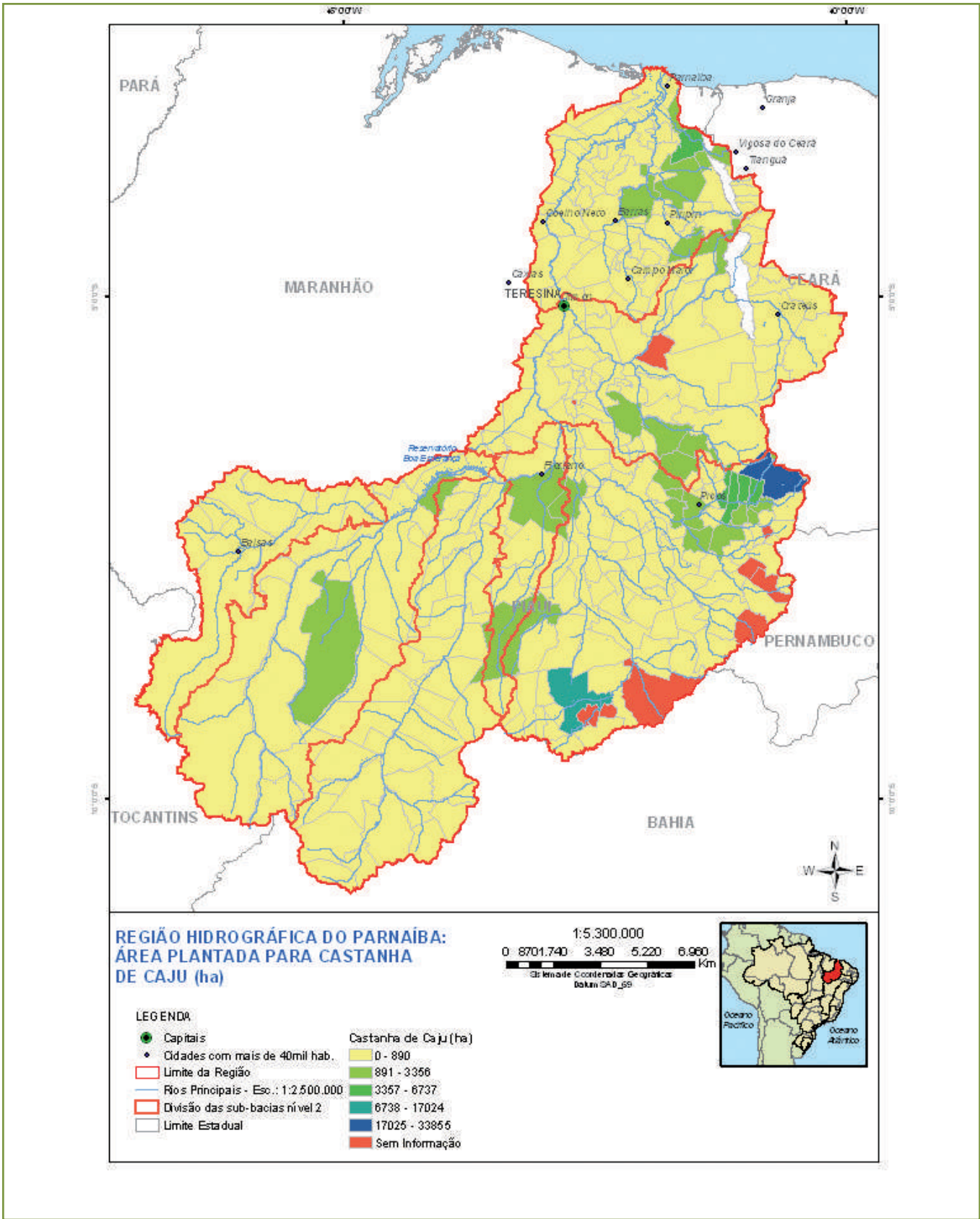
Com informações do Planap/Codevasf (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – IBGE/Cidades – Relatório Geral – 2003), obteve-se dados referentes às diversas lavouras. Entre as lavouras permanentes destacam-se as lavouras de Banana, nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 04 (Itaueiras), nos Municípios de Balsas e Itaueiras, e as lavouras de Caju, nas Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), conforme se pode observar nas Figuras 52 e 53.





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 52 - Lavouras permanentes de banana na Região Hidrográfica do Parnaíba

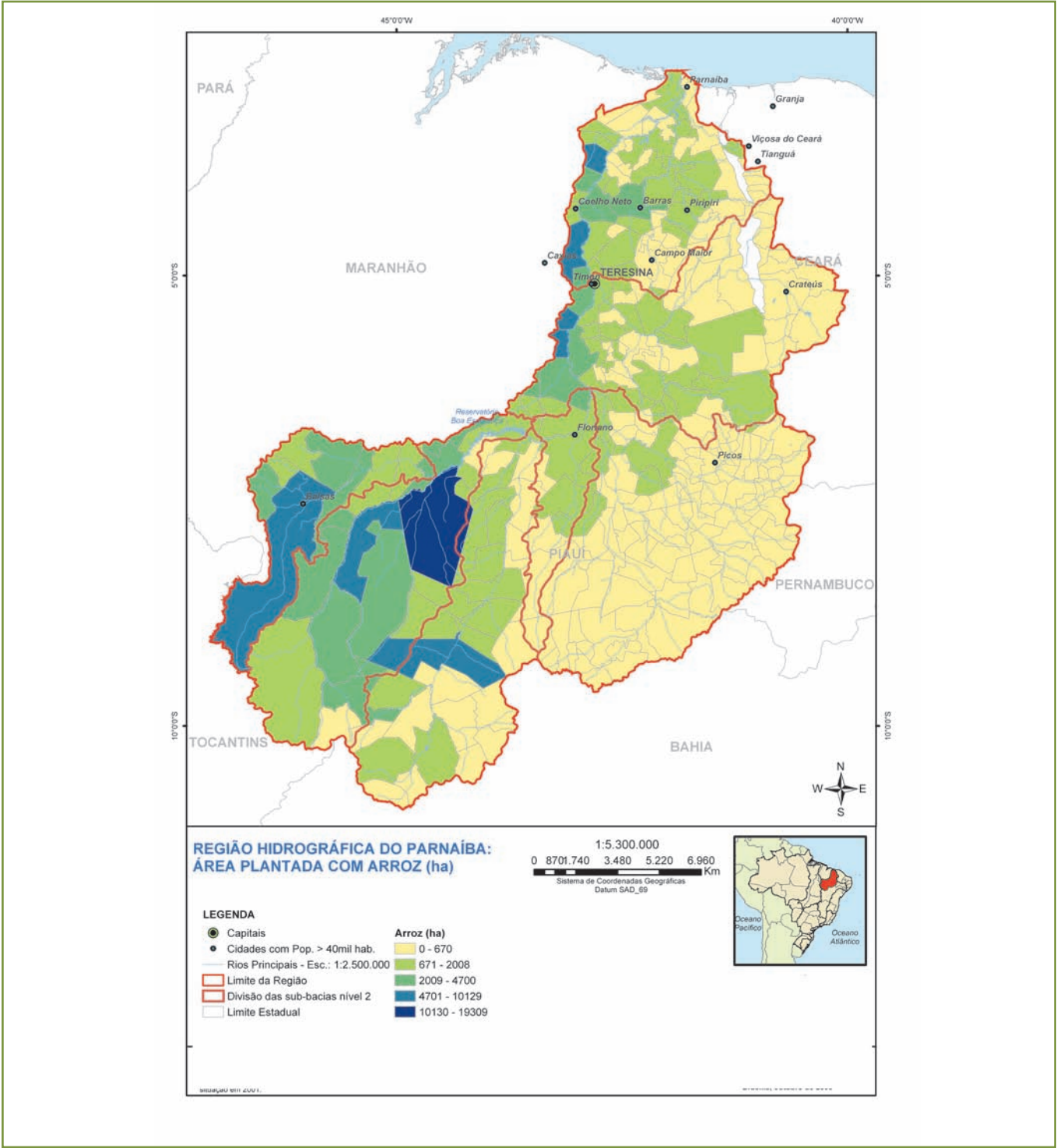


Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 53 - Lavouras permanentes de caju na Região Hidrográfica do Parnaíba

Entre as lavouras temporárias destacam-se as lavouras de arroz, cultivado nas lagoas e de sequeiro, cana-de-açúcar, cultivada próximo ao Município de Teresina e soja, cultivada na região de Cerrado. No Quadro 41

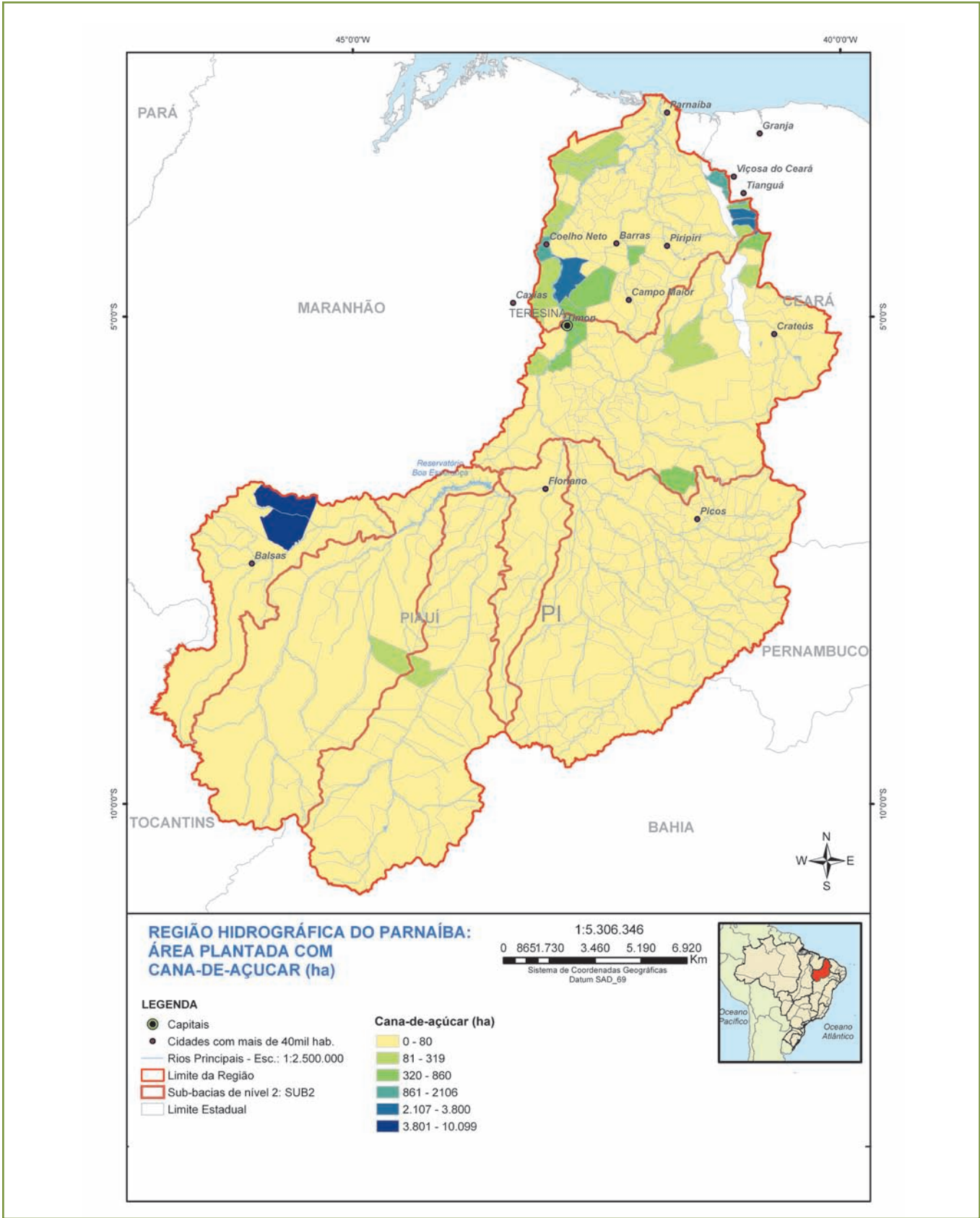
apresentam-se as principais culturas temporárias e os Municípios com maior área plantada. Nas Figuras 54, 55 e 56 é possível ver a distribuição espacial destas lavouras na Região Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 54 - Lavouras temporárias de arroz na Região Hidrográfica do Parnaíba

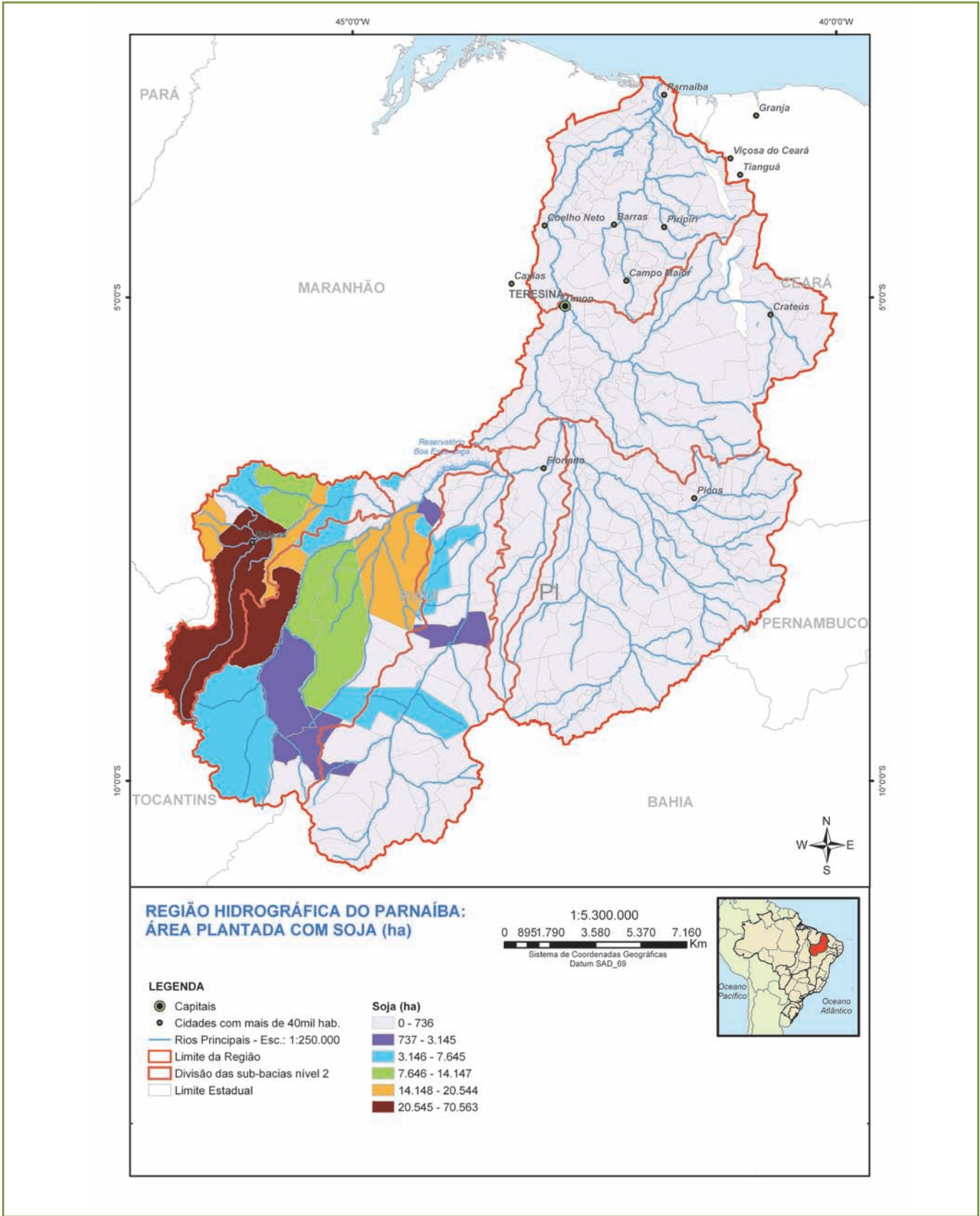




Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 55 - Lavouras temporárias de cana-de-açúcar na Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 56 - Lavouras temporária de soja na Região Hidrográfica do Parnaíba

Quadro 41 - Principais lavouras temporárias existentes na Região Hidrográfica do Parnaíba

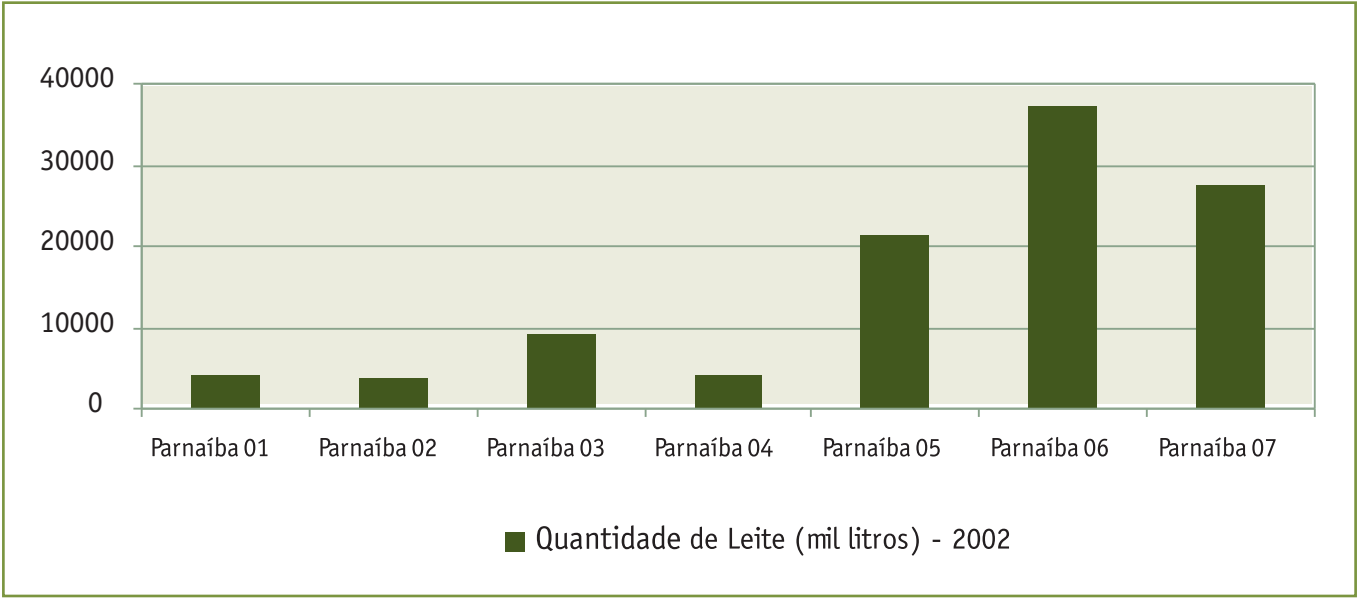
Sub 1	Sub 2/Lavoura	Município	Produção (t)	Área Plantada (ha)
	<b>Algodão Herbáceo</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	562	
Alto Parnaíba	Parnaíba 02	Tasso Fragoso	7.342	
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Betânia do Piauí	1.828	
Médio Parnaíba	Parnaíba 06	Crateús	500	
	<b>Arroz</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	20.136	8493
Alto Parnaíba	Parnaíba 02	Uruçuí	22.337	19.309
Alto Parnaíba	Parnaíba 03	Bom Jesus	14.688	10.129
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Buriti dos Lopes	5.152	1.360
	<b>Cana-de-açúcar</b>			
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	União	160.560	2.496
		Ibiapina	190.000	3.800
	<b>Fava</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 03	Bom Jesus	20	18
Alto Parnaíba	Parnaíba 02	Santa Filomena	42	29
Médio Parnaíba	Parnaíba 06	Palmeiras	29	32
	<b>Feijão</b>			
Médio Parnaíba	Parnaíba 06	Crateús	3.843	16.217
Alto Parnaíba	Parnaíba 03	Bom Jesus	1.342	2.013
	<b>Mandioca</b>			
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Cocal	21.200	2.650
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	São Raimundo Nonato	10.500	700
	<b>Melancia</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 04	Canto do Buriti	640	20
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Parnaíba	4.480	140
	<b>Milho</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 02	Tasso Fragoso	25.669	4.879
Médio Parnaíba	Parnaíba 06	Crateus	18.332	20.347
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	14.364	3.323
	<b>Soja</b>			
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	Balsas	162.714	70.563
Alto Parnaíba	Parnaíba 02	Tasso Fragoso	130.307	55.201
Alto Parnaíba	Parnaíba 03	Bom Jesus	16.848	6.777
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Brejo	270	180
	<b>Tomate</b>			
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	Picos	900	30
Médio Parnaíba	Parnaíba 06	Croata	4.500	90
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	Ibiapina	4.200	70

Fonte: Dados de Produção Agrícola Municipal do IBGE (2001)

**Produção de mel e leite**

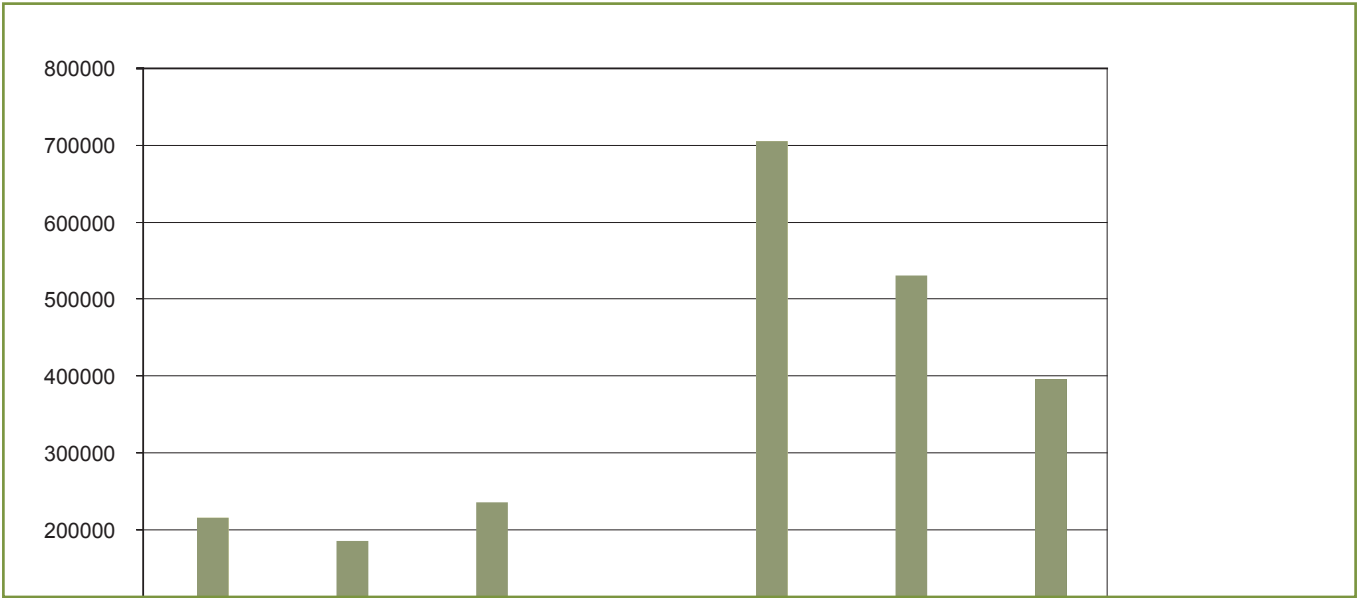
Com base nos dados do Planap/Codevasf determinou-se os valores médios da produção de mel e leite para as Sub-bacias do Parnaíba. Observa-se nas Figuras 57 e 58 que a Sub-bacia com a maior produção de mel é a Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e a Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) é a Sub-bacia com a maior produção de leite. As duas bacias estão inseridas na região semi-

árida. Destacam-se as cidades de Picos, com uma produção de 324.691Kg de mel, Itainópolis, com 166.986Kg e Campo Grande do Piauí, com uma produção de 181.205Kg de mel, todas na Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), enquanto que os Municípios de Crateús e Independência, na Sub-bacia Parnaíba 06, produzem  $6.122 \times 10^3$ L de leite e  $5.533 \times 10^3$ L de leite, respectivamente.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 57 - Produção de leite nas Sub-bacias do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 58 - Produção de leite nas Sub-bacias do Parnaíba

Extrativismo vegetal

Outra atividade de relevância na região é o extrativismo vegetal, principalmente para a fabricação de óleos. Dentro desta atividade destaca-se a extração da cera da carnaúba, que ocorre em Municípios da região do litoral, como Parnaíba, na Sub-

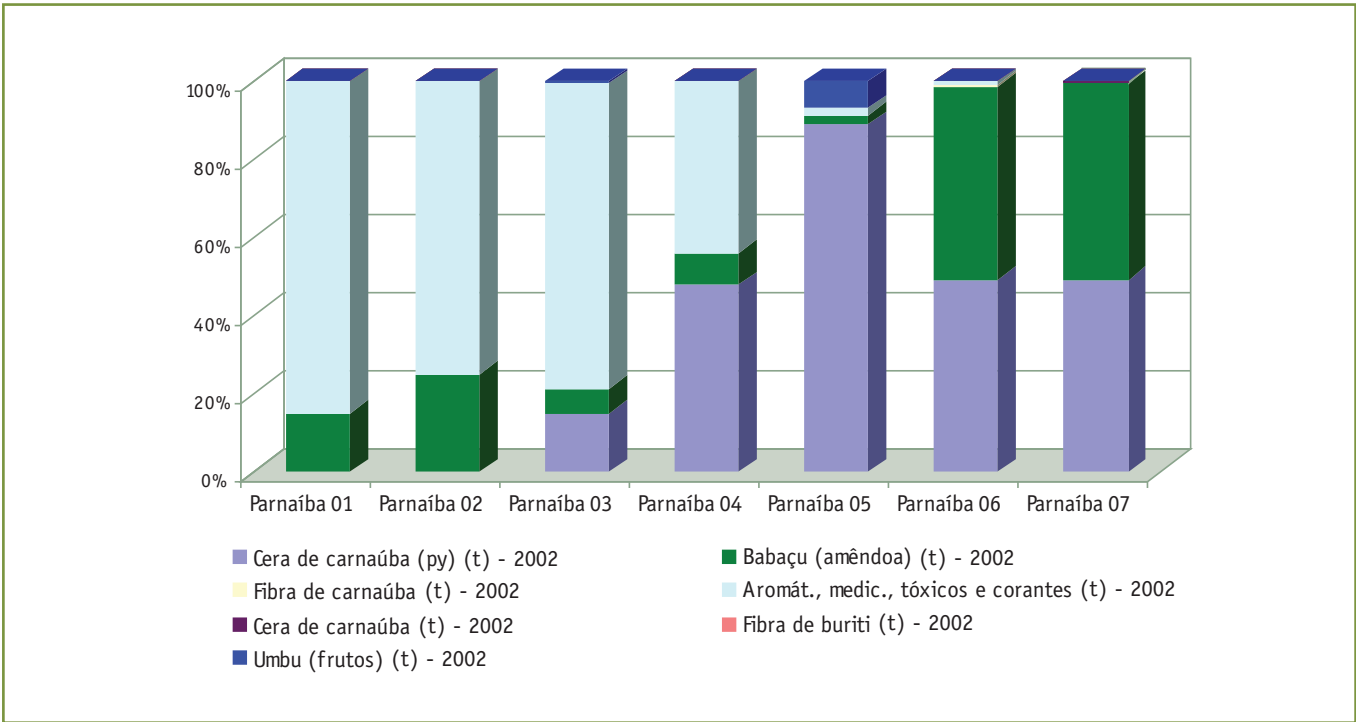
bacia do Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). Já o extrativismo de substâncias aromáticas, medicinais, tóxicas e corantes é mais forte nas Sub-bacias Parnaíba 02 (Alto Parnaíba), Parnaíba 03 (Gurgueia) e Parnaíba 04 (Itaueiras), como pode ser observado na Figura 59 e no Quadro 42.

Quadro 42 - Extrativismo vegetal nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	CP	BA	FC	A	CC	FB	U
Alto Parnaíba	Parnaíba 01 (Balsas)	0	29	0	165	0	0	0
	Parnaíba 02 (Alto Parnaíba)	0	115	0	344	0	0	0
	Parnaíba 03 (Gurgueia)	66	27	0	344	0	0	2
	Parnaíba 04 (Itaueiras)	295	50	0	270	0	0	0
Médio Parnaíba	Parnaíba 05 (Piauí/Canindé)	1.295	36	0	26	0	0	99
	Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba)	1.211	1.211	18	14	0	0	0
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba)	7.294	7.447	14	17	29	1	0

Fonte: Planap/Codevasf

CP: Carnaúba pó CC: Cera de Carnaúba FC: Fibra da Carnaúba BA: Babaçu (amêndoa) A: Aromáticos FB: Fibra do Buriti U: Umbu (frutos)



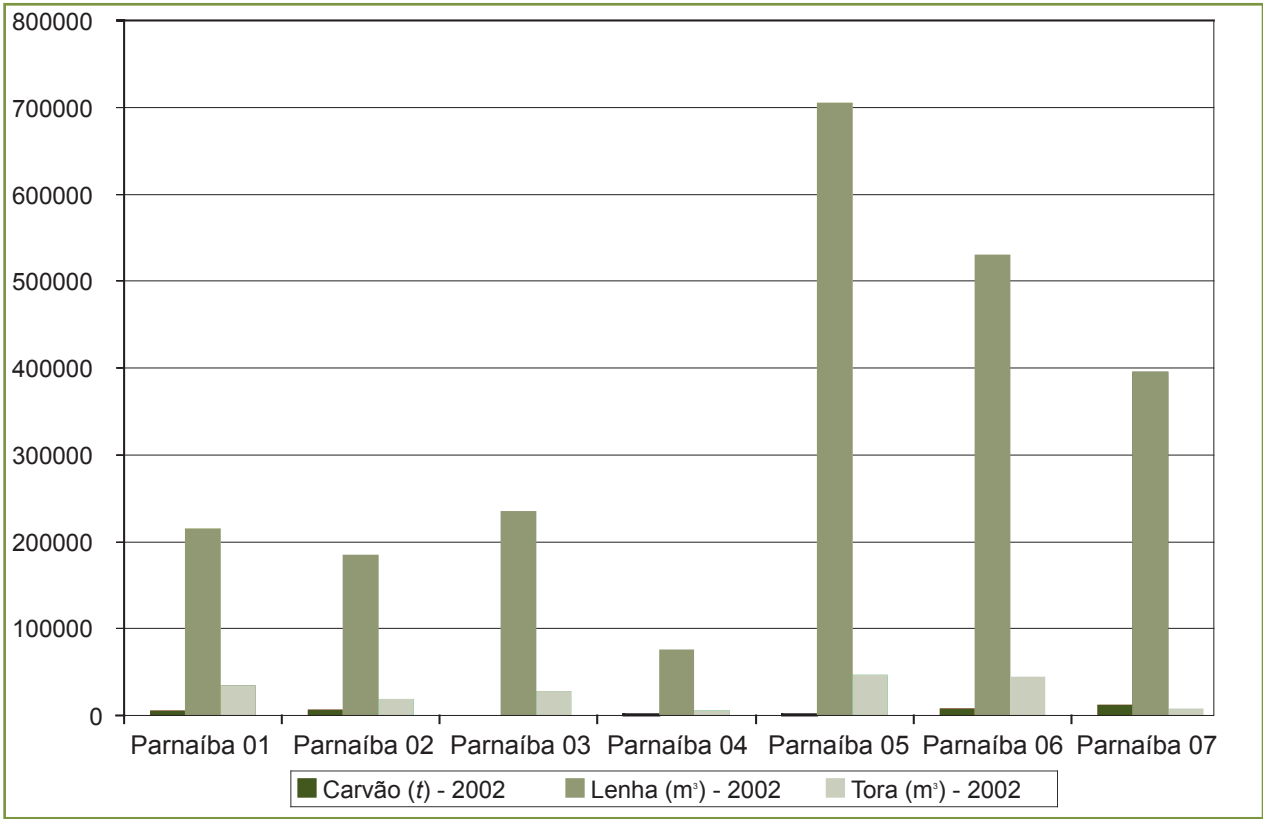
Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 59 - Extrativismo vegetal nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba



Quanto à exploração da madeira na região o principal uso é para a lenha, que predomina nas Sub-bacias Parnaíba 05

(Canindé/Piauí), com uso para carvão na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), como mostra a Figura 60.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 60 - Extração de madeira nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

**Indústria extrativista e de transformação**

A indústria na região do Parnaíba ainda é muito insipiente. Conforme dados do IBGE, fornecidos pelo Planap/Codevasf, em 2002, o Piauí possuía 661 unidades industriais, sendo dez extrativistas e 651 de transformação. Entre as unidades industriais extrativistas destaca-se a extração de minerais não-metálicos, com dez unidades.

As unidades industriais de transformação, no Estado do Piauí, dividem-se entre a indústria alimentícia, com 204 unidades, confecção de vestuário, fabricação de produtos feitos com minerais não metálicos e fabricação de móveis. Algumas indústrias apesar de não possuírem muitas unidades têm um alto potencial poluidor dos recursos naturais, como a indústria do couro, indústria de produtos químicos, fabrica de papel e celulose, fabricação de coque entre outras, como mostra o Quadro 43.

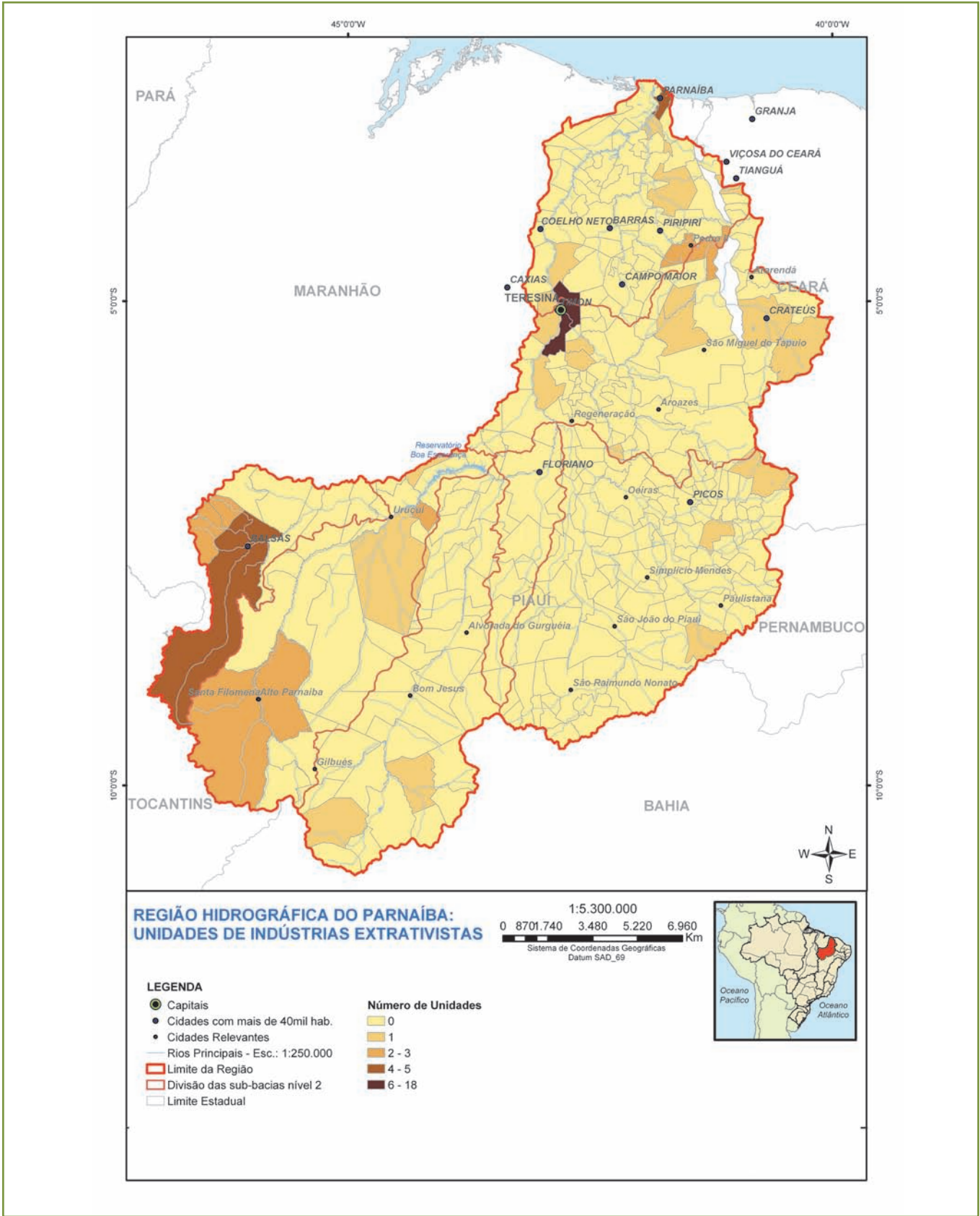
Quadro 43 - Indústrias extrativistas e de transformação existentes no Piauí em 2002

Indústria	Número de Unidades
<b>Indústrias extrativistas</b>	<b>10</b>
Extração de carvão mineral	-
Extração de petróleo e serviços correlatos	-
Extração de minerais metálicos	-
Extração de minerais não-metálicos	10
<b>Indústrias de transformação</b>	<b>651</b>
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	204
Fabricação de produtos do fumo	1
Fabricação de produtos têxteis	13
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	93
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	9
Fabricação de produtos de madeira	18
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	7
Edição, impressão e reprodução de gravações	44
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	1
Fabricação de produtos químicos	30
Fabricação de artigos de borracha e plástico	15
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	90
Metalurgia básica	-
Fabricação de produtos de metal – inclusive máquinas e equipamentos	47
Fabricação de máquinas e equipamentos	6
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	3
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	4
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	8
Fabricação de outros equipamentos de transporte	4
Fabricação de móveis e indústrias diversas	47
Reciclagem	-
<b>Total</b>	<b>661</b>

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual – Empresa (2001-2002)

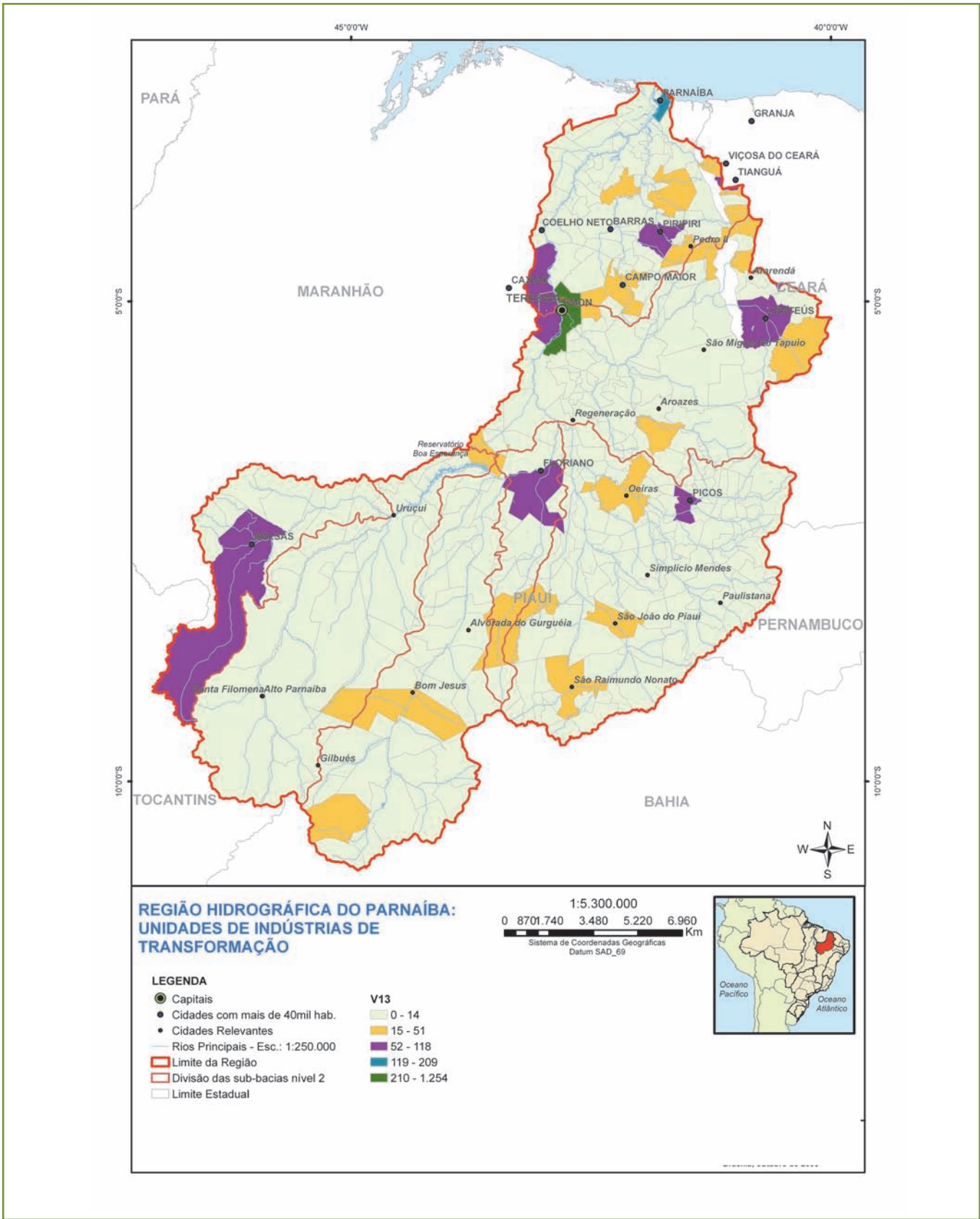
Considerando a existência destas indústrias na região, é necessário identificá-las espacialmente de forma a visualizar os possíveis pontos de despejo de resíduos industriais e buscar junto aos órgãos fiscalizadores a forma de trata-

mento e destino final dos resíduos destas indústrias. Nas Figuras 61 e 62 é apresentada a distribuição espacial das indústrias extrativistas e de transformação nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 61 - Unidades de indústrias extrativistas na Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 62 - Unidades de indústrias de transformação na Região Hidrográfica do Parnaíba



### ***Aqüicultura e pesca***

Apesar do potencial de aqüicultura na região são poucas as unidades relativas a esta atividade. Ela se concentra, principalmente, na região litorânea com a exploração da carcinocultura, cata de caranguejo e pesca marinha. Algumas unidades de pesca em água doce são encontradas em lagoas e açudes no interior da região.

### **Infra-estrutura de serviços públicos**

A infra-estrutura de serviços públicos na região aqui considerada é, basicamente, de serviços de abastecimento de água, energia elétrica, coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgotos domésticos e serviços de saúde. Não foi considerada, nesta análise, a quantidade de escolas, uma vez que na análise dos indicadores de desenvolvimento humano está embutido este conceito através do IDH Educação.

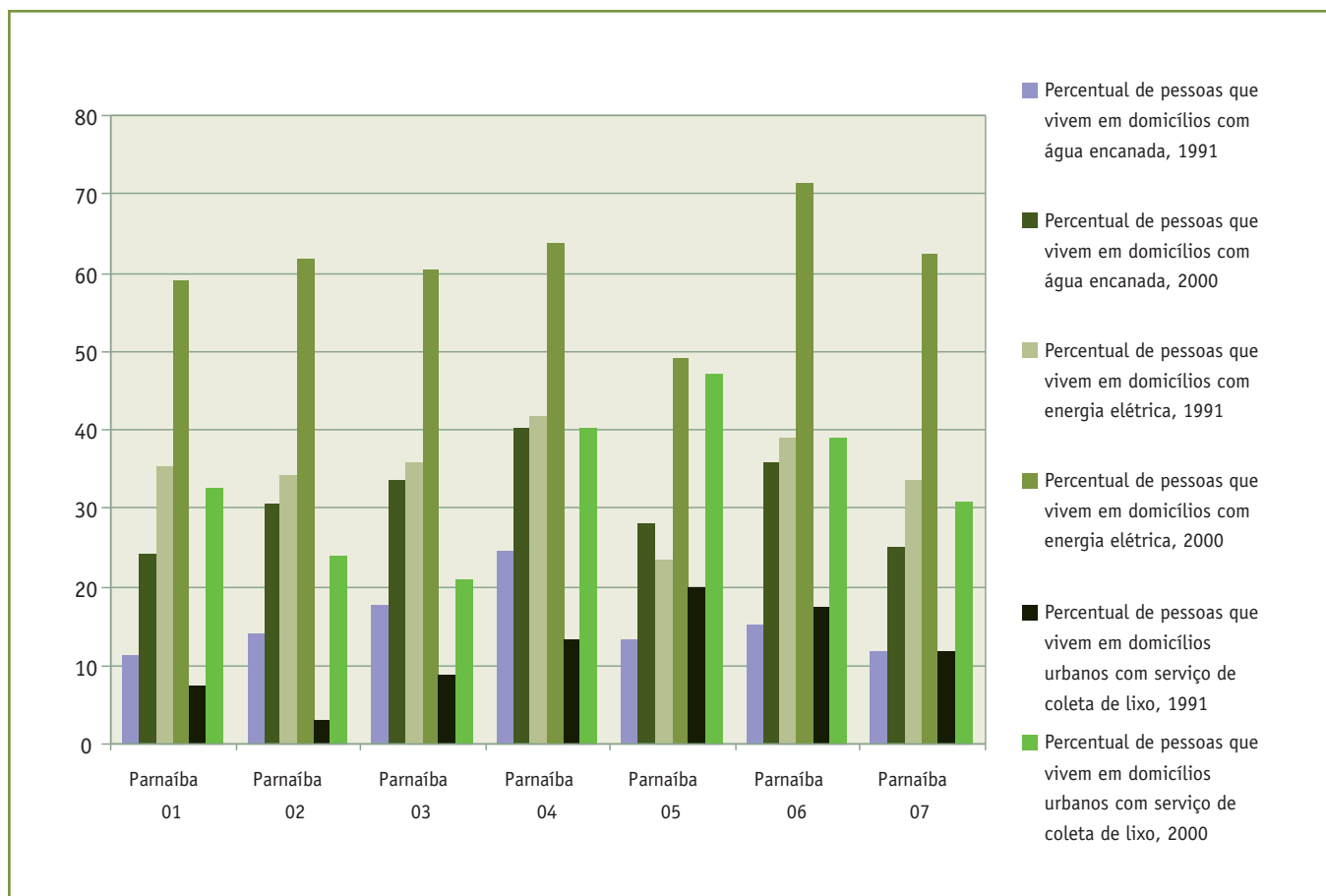
Com base em dados do Planap/Codevasf determinou-se a evolução quanto ao saneamento básico em todas as Sub-bacias da região. Na Figura 63 observa-se o crescimento dos serviços urbanos de abastecimento de água, energia elétrica e coleta de lixo. Verifica-se um aumento, no período 1991 a 2000, em todos os serviços desta natureza, em todas as Sub-bacias do Parnaíba.

No entanto, alguns percentuais ainda continuam baixos. Por exemplo, na Sub-bacia Parnaíba 05, o percentual de pessoas vivendo em residências com água encanada em 2000 é de aproximadamente 30%, mas nesta Bacia a população rural predomina. Em todas as Sub-bacias este percentual não ultrapassa os 40% e em Sub-bacias mais urbanizadas, como a Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), apresenta percentual próximo a 35%, destacando aí o Município de Teresina, que possuía um percentual de 78% em 2000. Isto revela a concentração dos serviços de distribuição de água tratada nas regiões urbanas.

O serviço que mais cresceu no período foi o de distribuição de energia elétrica aos domicílios. Observa-se que saltou de percentuais próximos a 35% em 1991 a percentuais entre 60% a 70% dos domicílios em 2000, revelando o crescimento econômico da região. Os serviços de coleta de lixo também aumentaram, mas continuam com índices

baixos, em torno de 30 a 40% dos domicílios. Vale ressaltar que apesar da existência de coleta de lixo domiciliar não há destinação adequada do lixo.

Muitas cidades, apesar de coletarem o lixo, despejam-o em lixões”, sem qualquer critério e com muita frequência em locais próximo a nascentes de rios e riachos. O aumento na produção de lixo nas zonas rurais em função da mudança nos hábitos da população e na maior disponibilidade de bens e artigos de consumo que se utilizam de materiais plásticos e metálicos, é um fato preocupante, pois não existe a consciência na população dos impactos resultantes do acúmulo destes materiais no ambiente em que elas vivem, sendo dispostos em terrenos baldios e em riachos.



Fonte: Censo IBGE (1991 e 2000)

Figura 63 - Percentual de pessoas que vivem em domicílios com serviços de água encanada, energia elétrica e coleta de lixo

Quanto aos serviços de coleta, tratamento e disposição de esgotos sanitários, observa-se, na Figura 64, um aumento, no período, dos serviços de coleta de esgoto nas Sub-bacias mais urbanizadas. Em todas as Sub-bacias houve um aumento na quantidade de fossas sépticas, indicando maior preocupação com a contaminação do lençol freático, pois a maioria das cidades com menos de cinco mil habitantes da Região Hidrográfica do Parnaíba são abastecidas com águas provenientes dos aquíferos subterrâneos.

A quase totalidade dos Municípios não possui qualquer sistema de tratamento de esgotos – são despejados nos rios e lagoas. Este é um fato preocupante nas Sub-bacias com taxas de crescimento populacional mais elevadas, como é o caso da Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas), cujos esgotos acabam no rio Balsas e este no rio Parnaíba, podendo, em médio prazo, saturar a capacidade de suporte destes rios, tornando-os inadequados para o uso humano e animal.

Nas Figuras 65, 66 e 67 são apresentadas a distribuição espacial dos serviços de abastecimento de água, esgoto e coleta de lixo nas Sub-bacias da região do Parnaíba.

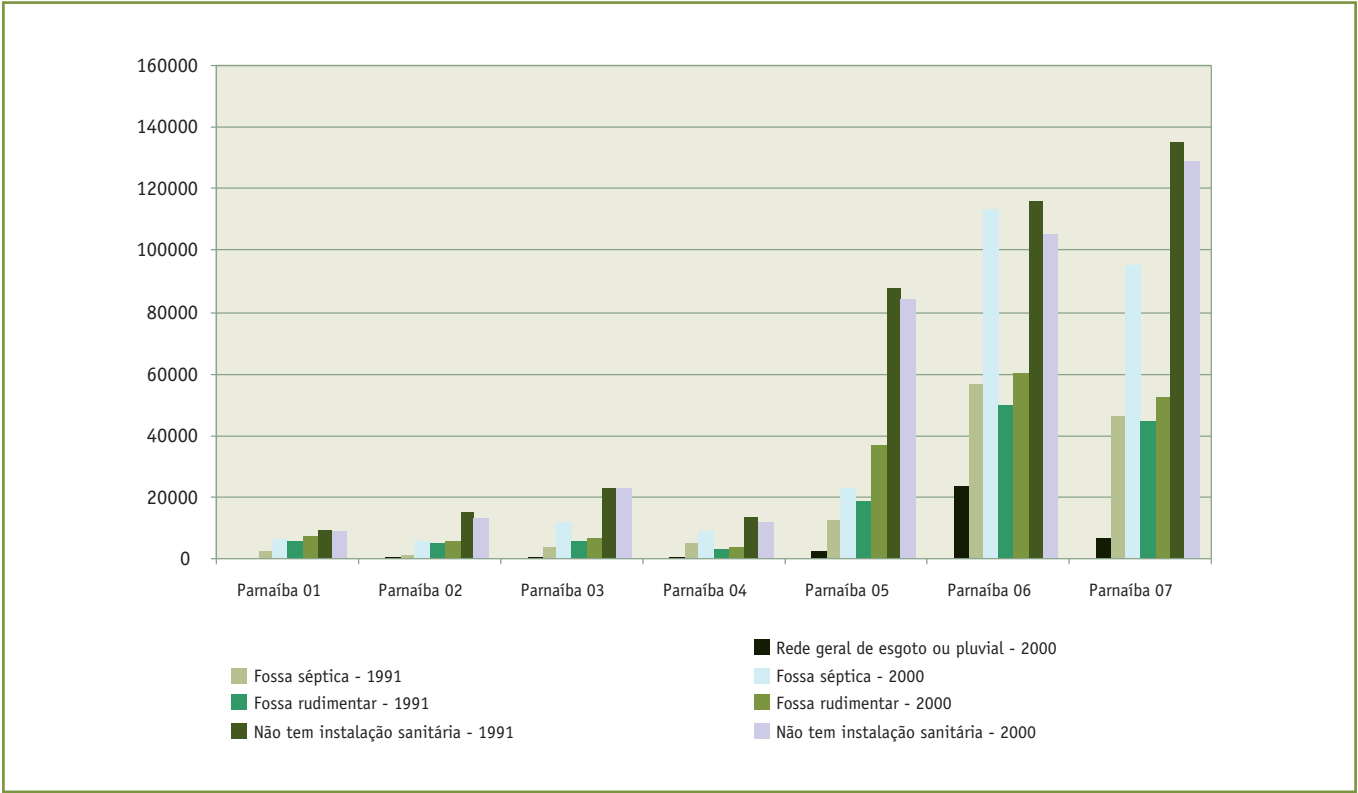
Quanto aos serviços de saúde, este ainda é muito precário nas Sub-bacias. Na Figura 68 pode-se observar o número de médicos residentes para cada mil habitantes e que esta quantidade não passa de um, enquanto que os índices relativos à mortalidade infantil e morbidade por doenças parasitárias e infecciosas continuam altos (Quadro 44 e Figura 69).

A morbidade por doenças parasitárias ou infecciosas pode ser um indicativo da carência de serviços básicos de saneamento, pois é através da água que se adquirem muitas destas doenças, como a hepatite, cólera, esquistossomose e muitas infecções do trato intestinal, provocadas por vírus e bactérias. Na Região Hidrográfica do Parnaíba, o índice de incidência de morbidade por doenças infecciosas e parasitárias varia entre 6 a 67%, com maior incidência na Sub-bacia

de nível 1 Baixo Parnaíba, onde se concentra a maior parte da população e os sistemas de coleta e tratamento de esgoto e lixo são muito precários.

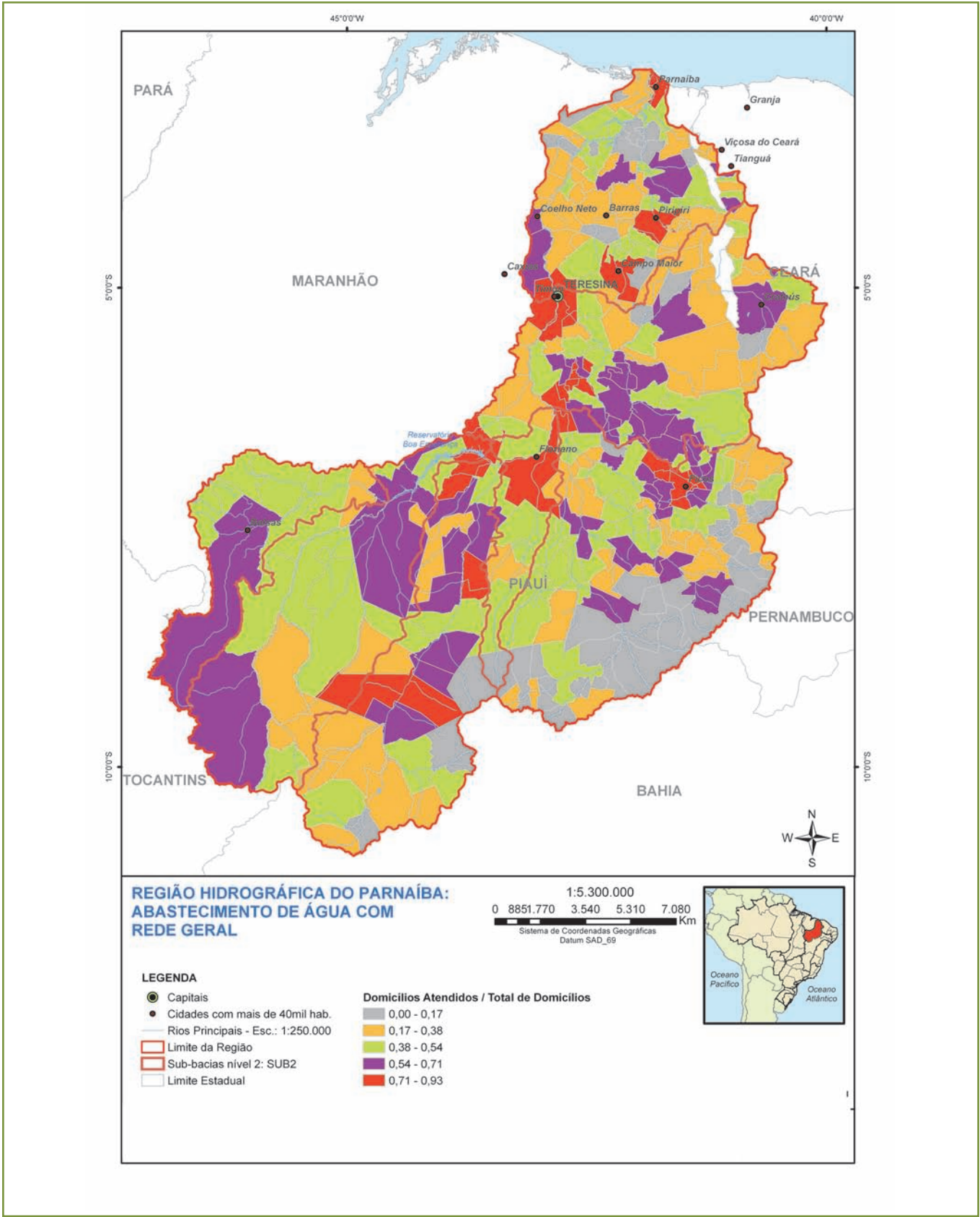
Outro índice alto de morbidade é por doenças do sistema circulatório (Figura 70), observado em quase todos os Municípios brasileiros. Na região do Parnaíba, o índice varia entre 7 a 75%, conforme dados de 2002, com maiores

índices ocorrendo na Sub-bacia de nível 1 Alto Parnaíba, com índices entre 20 e 30%. Esta é a região cuja atividade principal é a agricultura de sequeiro e ocorre a utilização intensa de insumos agrícolas, podendo a morbidade estar relacionada ao manuseio inadequado desses produtos.



Fonte: Censo IBGE (1991 e 2000)

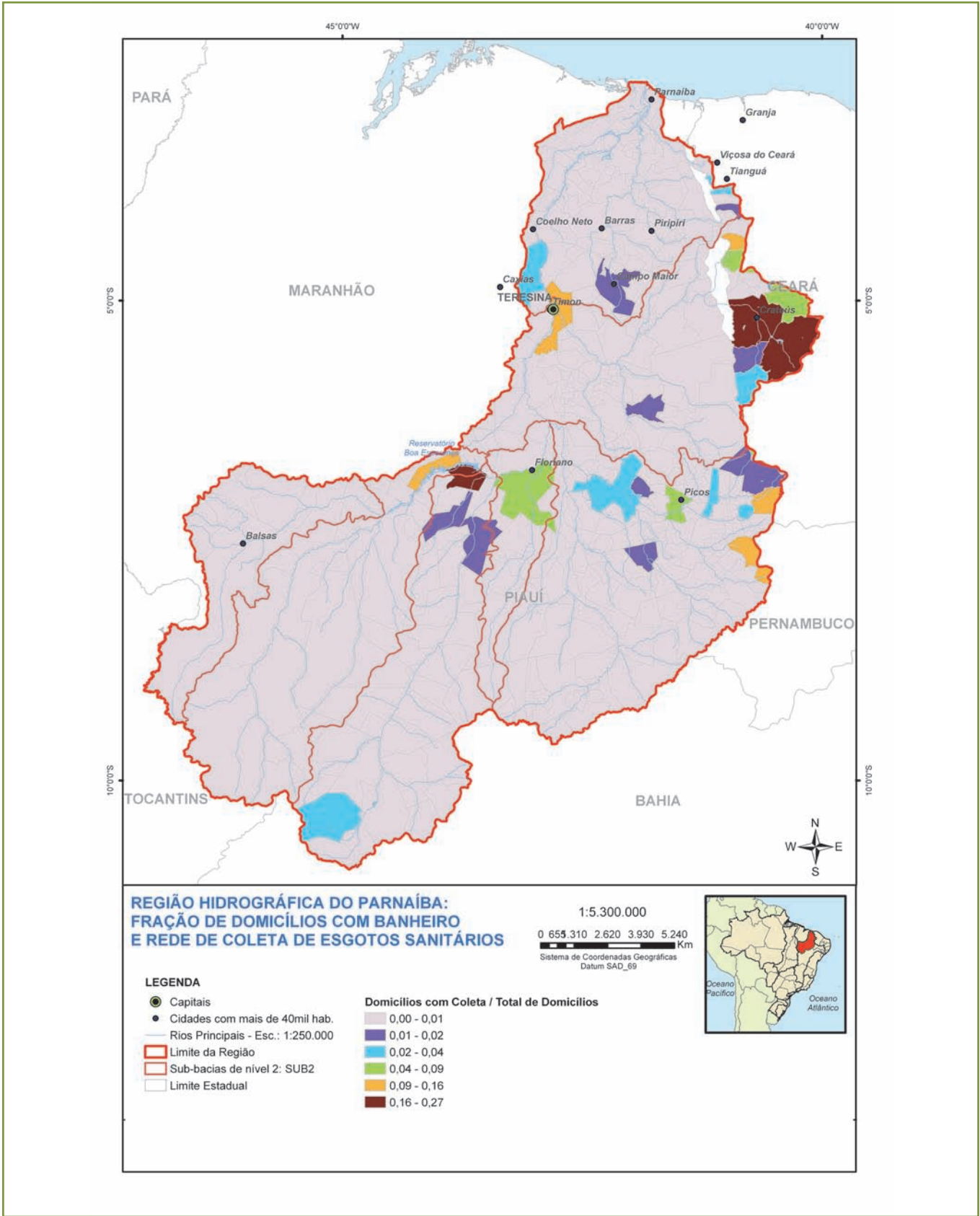
Figura 64 - Quantidade de domicílios conforme o tipo de destino final dos esgotos sanitários



Fonte: Bases do PNRH (2005)

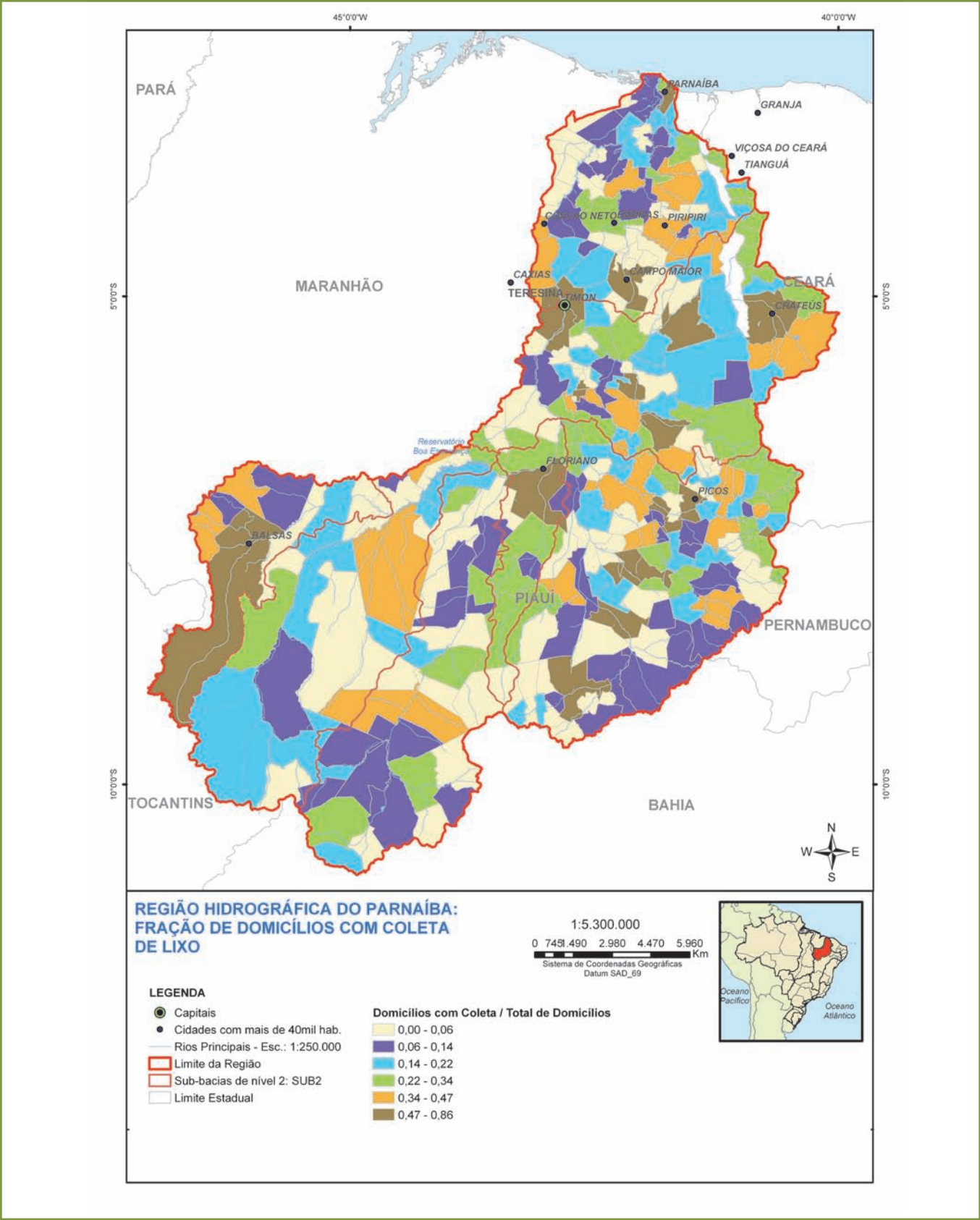
Figura 65 - Domicílios com sistema de abastecimento de água na Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 66 - Domicílios com instalação sanitária e coleta de esgoto na Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 67 - Domicílios com coleta de lixo na Região Hidrográfica do Parnaíba

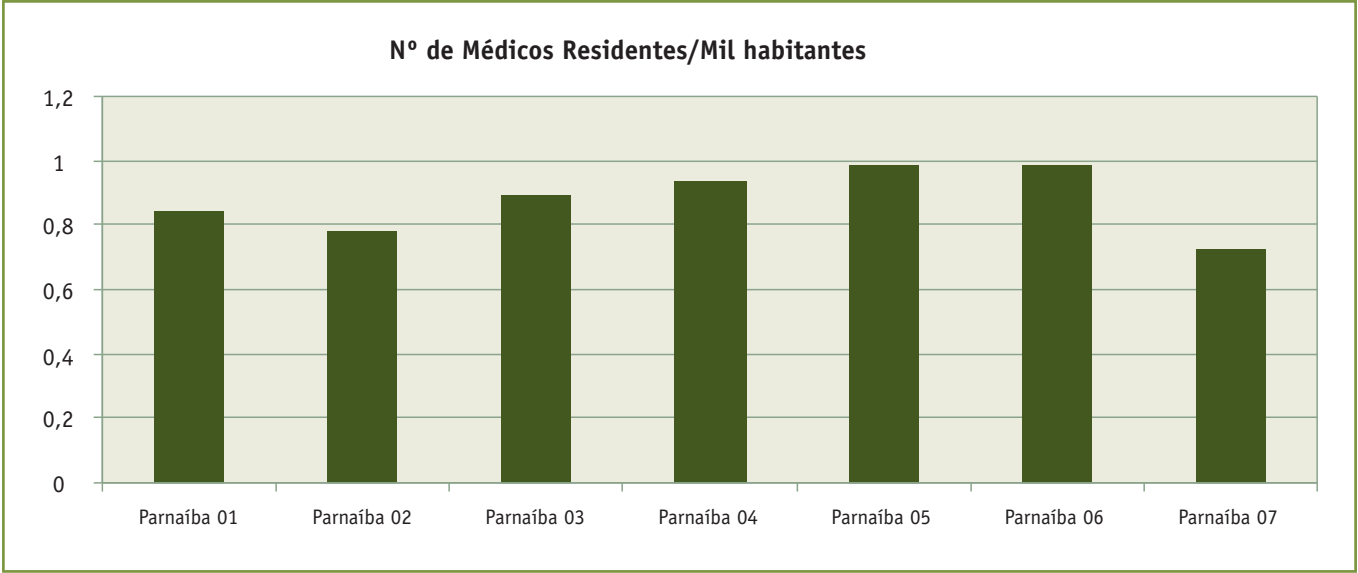
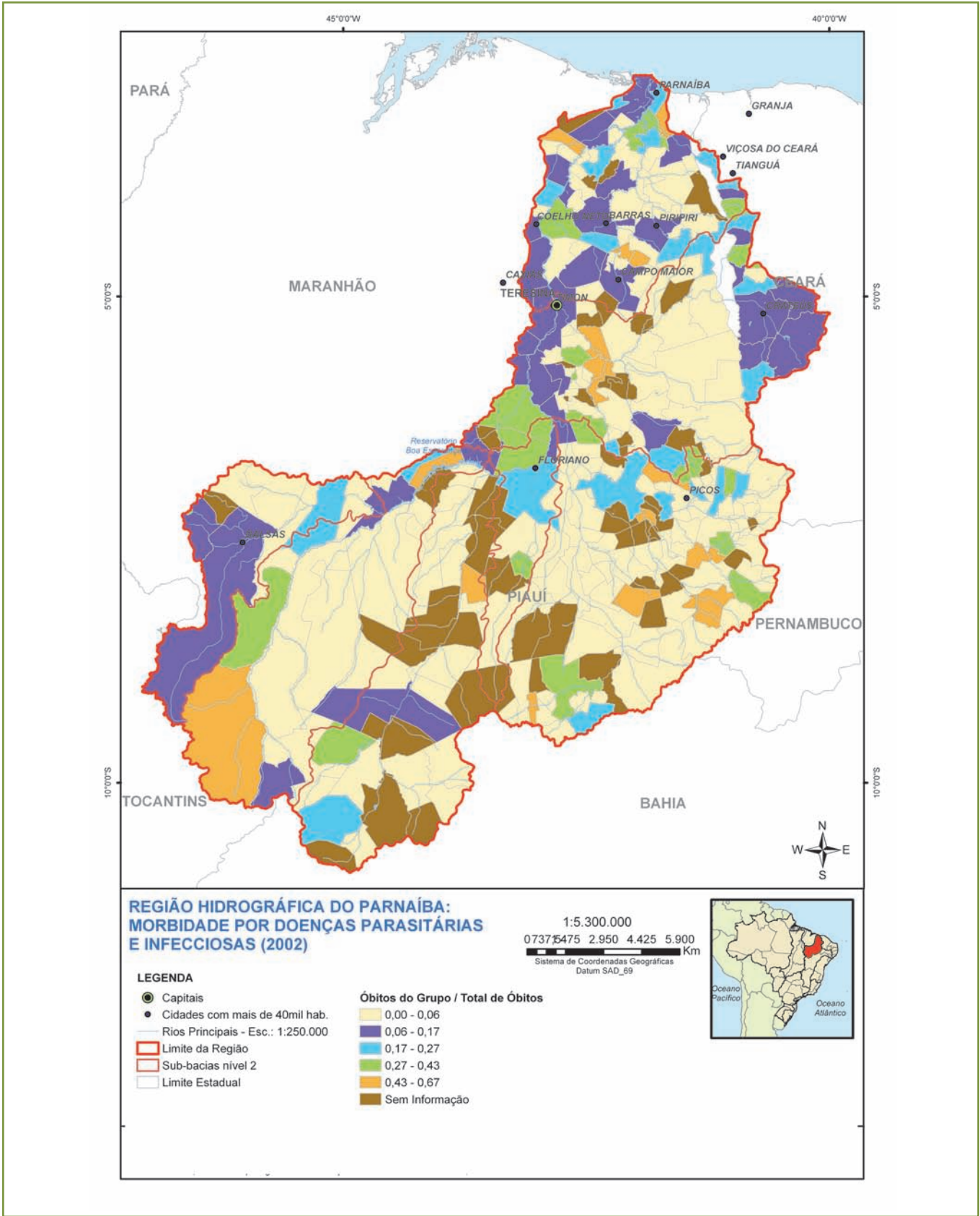


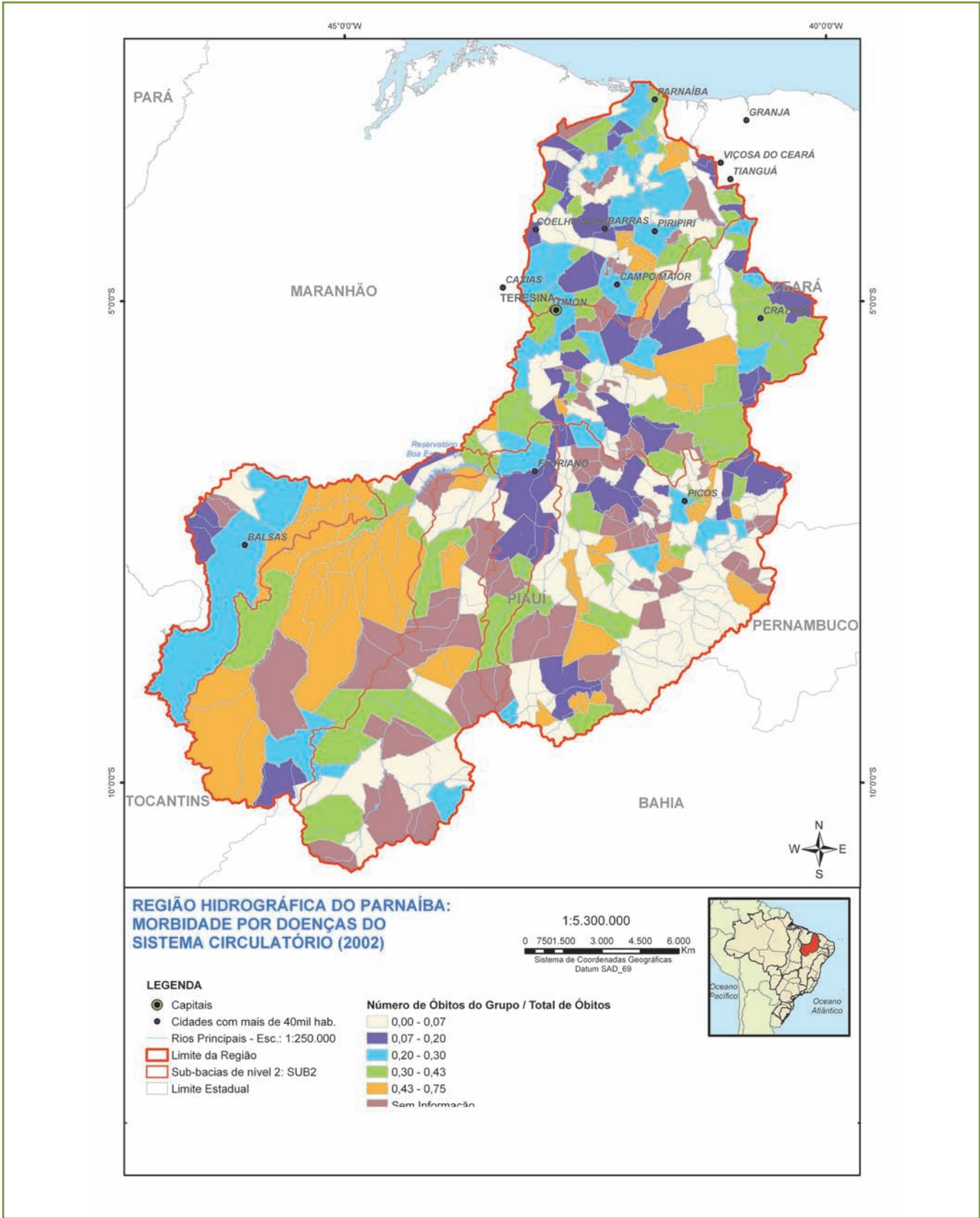
Figura 68 - Número de médicos residentes para cada mil habitantes nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 69 - Morbidade por doenças parasitárias e infecciosas em 2002





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 70 - Morbidade por doenças do sistema circulatório em 2002

Quadro 44 - Alguns indicadores da situação dos serviços de saúde nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

Indicador	Alto Parnaíba				Médio Parnaíba		Baixo Parnaíba
	Parnaíba 01	Parnaíba 02	Parnaíba 03	Parnaíba 04	Parnaíba 05	Parnaíba 06	Parnaíba 07
Esperança de vida ao nascer, 1991	59,2	59,2	59,6	60,9	57,8	59,9	57,7
Esperança de vida ao nascer, 2000	62,5	63,0	63,1	65,1	61,3	64,0	61,1
Mortalidade até um ano, 1991	74,6	72,3	68,3	62,5	77,5	67,7	82,8
Mortalidade até um ano, 2000	51,6	50,2	50,4	42,7	57,1	48,2	61,4
Número de médicos	16,7	6,0	246,3	22,4	9,7	11,5	20,0
Número de médicos residentes/Mil habitantes	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7
Número de leitos	274,6	222,8	368,1	286,8	1.707,5	4.133,7	3.420,4
Número de leitos /Mil habitantes	2,4	1,6	1,6	2,2	1,6	1,6	1,2
Nascidos vivos	446,0	2.320,0	3.664,0		138,0		507,0
Taxa de Natalidade (%)	1,9	1,6	1,4	1,6	1,0	1,0	1,4
Estabelecimento de saúde	71,0	70,0	153,0	89,0	576,0	886,0	726,0
Hab./estabelecimento de saúde	2.111,4	2.079,2	1.747,1		1.605,2	1.454,0	2.120,3

4.5 | Desenvolvimento Econômico Regional e os Usos da Água

Segundo Aridas/PI (1995), a exploração das águas no Piauí tem como destinação principal o atendimento das necessidades humanas e animais. São usados os rios perenes, os açudes, as lagoas e, quando distantes de mananciais de superfície, as águas subterrâneas.

Ainda em Aridas/PI (1995), as primeiras prospecções de água de profundidade foram realizadas no ano de 1937, quando as autoridades federais buscavam carvão mineral no Piauí e encontraram água. Com o desenvolvimento das comunidades houve um aumento da busca por água subterrânea, principalmente a partir da década de 1950. Essa procura continuou nas décadas seguintes e prossegue nos dias atuais, quase sempre pela iniciativa privada.

A exploração dos recursos hidrogeológicos sobrepõe-se à

exploração das águas de superfície por serem pontuais e apresentarem pequeno raio de atendimento. No Atlas do Abastecimento de Água no Estado do Piauí (Semar/ANA, 2005), realizado pela ANA em conjunto com a Semar (PI), foi verificado que em 72% dos Municípios do Estado a população era menor que cinco mil habitantes e observaram que, na maioria destes Municípios, a água de abastecimento tinha origem subterrânea.

Ainda em Semar/ANA (2005), realizou-se um estudo de campo em cada Município sobre as condições dos poços utilizados e verificou-se algumas irregularidades em sua construção, com a ausência de sistemas de proteção, a localização próxima às fossas e lixões e o grau de atendimento, que se resumia às pessoas residentes na parte central do Município ou distrito, ficando alguns bairros desprovidos de água e outros com excesso. Também verificou-se o problema de salinização da água em vários locais do Estado, principalmente na região do Cristalino.

Demanda

As demandas foram divididas entre demanda urbana atendida por sistemas de abastecimento de água, demanda urbana não atendida, demanda rural, dessedentação de ani-

mais, demanda industrial e demanda para a irrigação. Os dados foram fornecidos em PNRH (2005) e a metodologia utilizada está descrita em ANA (2005a).

No Quadro 45 são apresentados os valores de demanda para cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba.

Quadro 45 - Demandas de recursos hídricos por Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub-bacias		Área (Km²)	Demanda (m³/s)					
Sub 1	Sub 2		Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	25.590	0,187	0,038	0,140	0,013	0,927	1,305
	Parnaíba 02	59.032	0,155	0,068	0,202	0,000	0,068	0,493
	Parnaíba 03	52.297	0,219	0,133	0,484	0,001	0,574	1,411
	Parnaíba 04	14.726	0,167	0,031	0,071	0,007	0,211	0,487
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	75.193	0,608	0,283	0,659	0,036	0,941	2,527
	Parnaíba 06	62.143	4,084	0,378	0,580	0,490	2,067	7,600
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	42.821	1,275	0,456	0,536	0,091	4,437	6,795
Total			6,695	1,387	2,673	0,638	9,225	20,617

Fonte: Bases do PNRH (2005)

As demandas para água subterrâneas foram as mesmas consideradas para águas superficiais, já que as demandas podem ser supridas por diferentes mananciais de água, tanto superficiais ou subterrâneos, dependendo principalmente da disponibilidade.

Balanco entre demanda e disponibilidade

Águas superficiais

Para avaliar a disponibilidade hídrica, em termos populacionais, em cada Sub-bacia foi utilizada a relação entre vazão média e população proposta pela ONU, apresentada na Figura 71 e Quadro 46. Segundo ANA (2005a, p. 12),

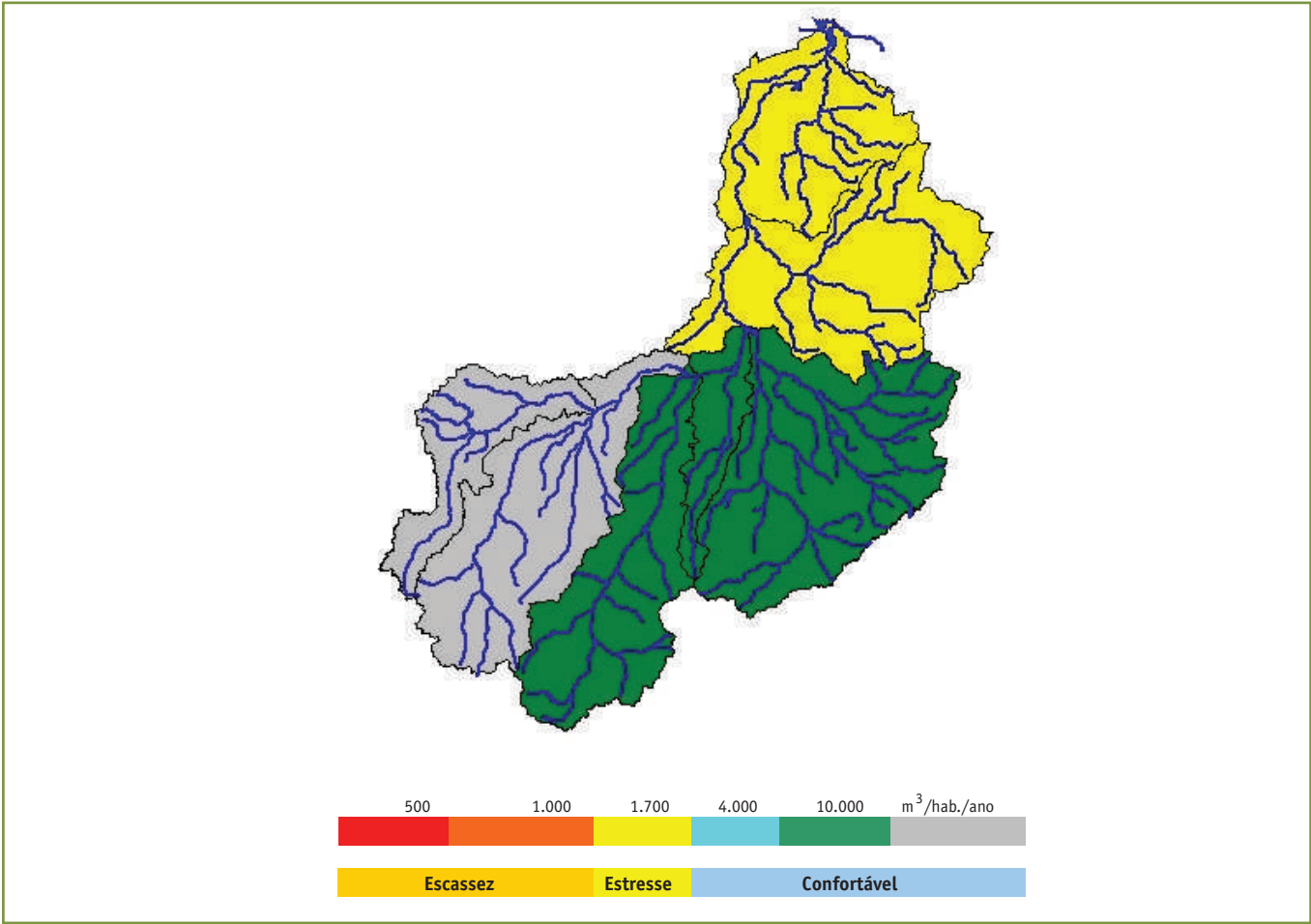
essa relação não reflete a real disponibilidade hídrica, uma vez que a vazão média não a representa. A ONU adota a seguinte classificação:

- < 500m³/hab./ano – Situação de **Escassez**
- 500 a 1700m³/hab./ano – Situação de **Estresse**
- > 1.700m³/hab./ano – Situação **Confortável**

Quadro 46 - Relação entre vazão média e população em cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba

Sub 1	Sub 2	Demanda Total (m³/s)	População Total (Censo 2000)	Q (m³/s)	Q/P (m³/hab./ano)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	1,305	118.966	133,6	35.428
	Parnaíba 02	0,493	130.021	308,3	74.778
	Parnaíba 03	1,411	238.687	68,7	9.073
	Parnaíba 04	0,487	102.862	19,3	5.929
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	2,527	627.517	98,7	4.962
	Parnaíba 06	7,600	1.715.876	79,1	1.454
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	6,795	1.053.171	55,4	1.658
Parnaíba		20,617	3.987.100	763,2	6.037

Q: Vazão Média Anual; Q/P: Relação entre a Vazão Média Anual e a População



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 71 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba segundo a razão entre a vazão média e população



De acordo com essa relação, quase todas as Sub-bacias da região do Parnaíba se apresentaram no grupo da situação Confortável ( $> 1.700 \text{ m}^3/\text{hab./ano}$ ), com exceção da Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba). São as Sub-bacias mais populosas e, conforme esta relação, nestas Sub-bacias a situação é de Estresse (entre  $1.000$  e  $1.700 \text{ m}^3/\text{hab./ano}$ ), sendo necessárias ações de gerenciamento dos recursos hídricos para evitar problemas futuros.

Para a análise da relação demanda/disponibilidade em cada Sub-bacia seguiu-se a metodologia apresentada em ANA (2005a, p.12). Foram dois critérios de avaliações:

(a) Relação entre a vazão retirada e a vazão média: esta relação, segundo ANA (2005a, p.12) é adotada pelo *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas com as seguintes classificações:

- **< 5% Excelente** – Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária, a água é considerada um bem livre;
- **a 10% Confortável** – Pode ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- **10 a 20% Preocupante** – A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- **20 a 40% Crítica** – Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- **> 40% Muito Crítica.**

(b) Relação entre a vazão de retirada e a disponibilidade hídrica: segundo ANA (2005a, p.13), reflete a real situação da utilização dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica. Considera as mesmas variações relacionadas no segundo critério.

O primeiro critério (Figura 72 e Quadro 47) mostra que todas as Sub-bacias encontram-se na categoria Excelente, ou seja, todas estão com um balanço entre a demanda e a vazão média acumulada abaixo de 5%, isto significa que não há necessidade de atividades de gerenciamento e que a água é um bem livre. No entanto, as Sub-bacias Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) apresentaram os maiores valores. A Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) está toda inserida em clima semi-árido e suas vazões são muito baixas,

quando comparadas com outras Sub-bacias, enquanto que a Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), apesar de vazões mais altas, apresenta um grande contingente populacional.

Vale salientar que no primeiro critério foi utilizada a vazão média acumulada, determinada através de dados de postos fluviométricos, sem considerar as disponibilidades em lagos e reservatórios e vazões regularizadas. Já o segundo critério, considera a vazão com 95% de garantia do tempo adicionada da disponibilidade anual em lagos e reservatórios e das vazões regularizadas.

O segundo critério (Figura 73 e Quadro 47) é mais realista e considera a disponibilidade hídrica das Sub-bacias. Neste caso as Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) se enquadram na situação Confortável, podendo haver necessidade de gerenciamento para resolver problemas locais de abastecimento de água. A Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia) apresenta vazões muito baixas nos períodos de estiagem.

A Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) está totalmente na região semi-árida, os rios são intermitentes e secam em anos muito secos, no entanto é a Sub-bacia que possui a maior quantidade de reservatórios construídos, aumentando a disponibilidade. As outras Sub-bacias apresentam situação Excelente quanto ao balanço demanda/disponibilidade.

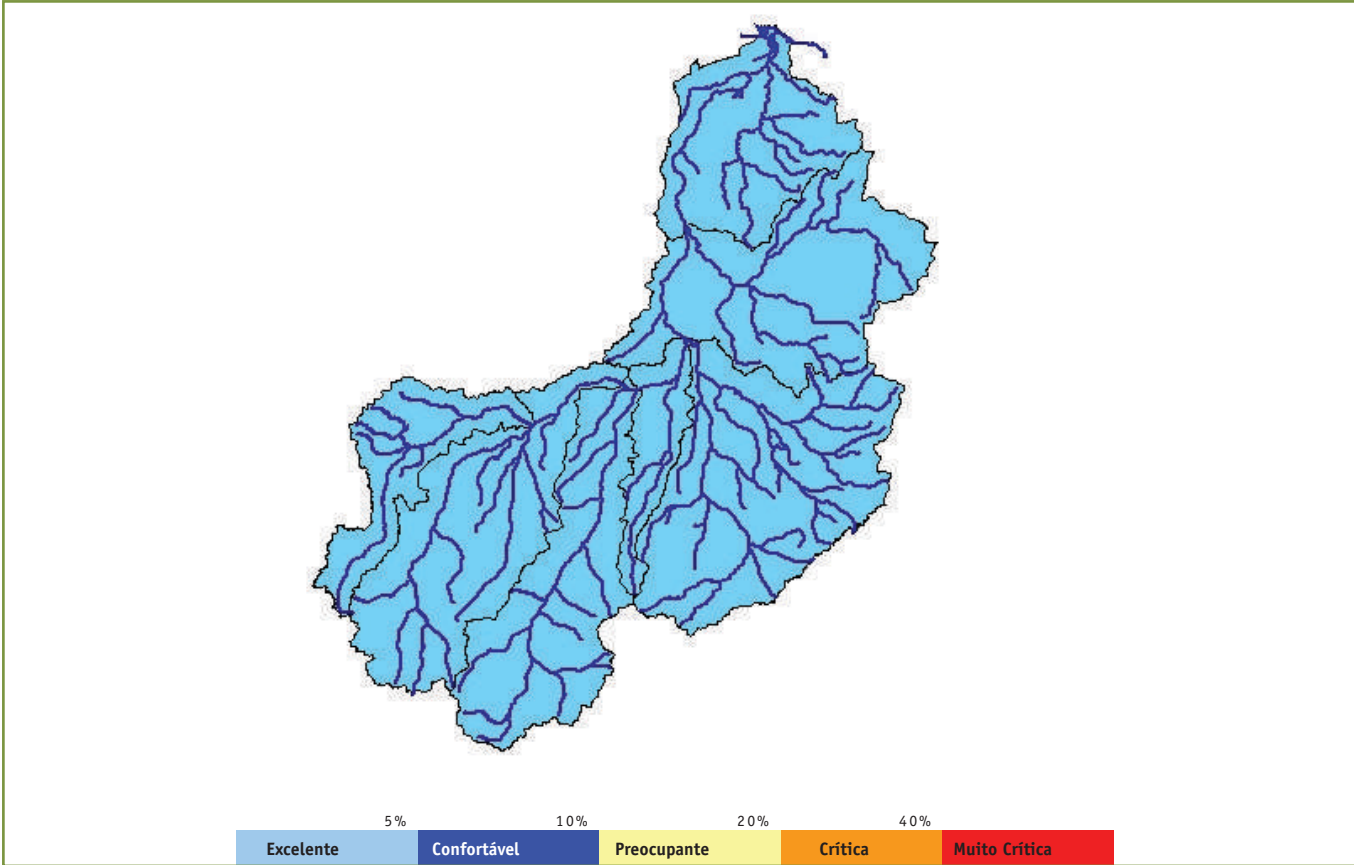
Quadro 47 - Balanço demanda/vazão média acumulada e demanda/disponibilidade

Sub 1	Sub 2	Demanda Total (m³/s)	Q (m³/s)	Q <sub>acum</sub> (m³/s)	Q <sub>disp</sub> (m³/s)	Critério 1 (%)	Critério 2 (%)
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	1,305	133,6	133,6	65,3	0,98	2,0
	Parnaíba 02	0,493	308,3	442,0	150,6	0,11	0,3
	Parnaíba 03	1,411	68,7	510,6	17,2	0,28	8,2
	Parnaíba 04	0,487	19,3	530,0	306,1	0,09	0,2
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	2,527	98,7	98,7	27,8	2,56	9,1
	Parnaíba 06	7,600	79,1	707,8	320,2	1,07	2,4
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	6,795	55,4	763,2	314,7	0,89	2,2
Parnaíba		20,617		763,2	1201,8	0,89	1,7

Q: Vazão Média Anual; Q<sub>acum</sub>: Vazão Média Anual Acumulada; Q<sub>disp</sub>: Vazão Disponível (Quadro 24); Critério 1: Demanda Total/Vazão Média Anual Acumulda; Critério 2: Demanda Total/Disponibilidade Hídrica

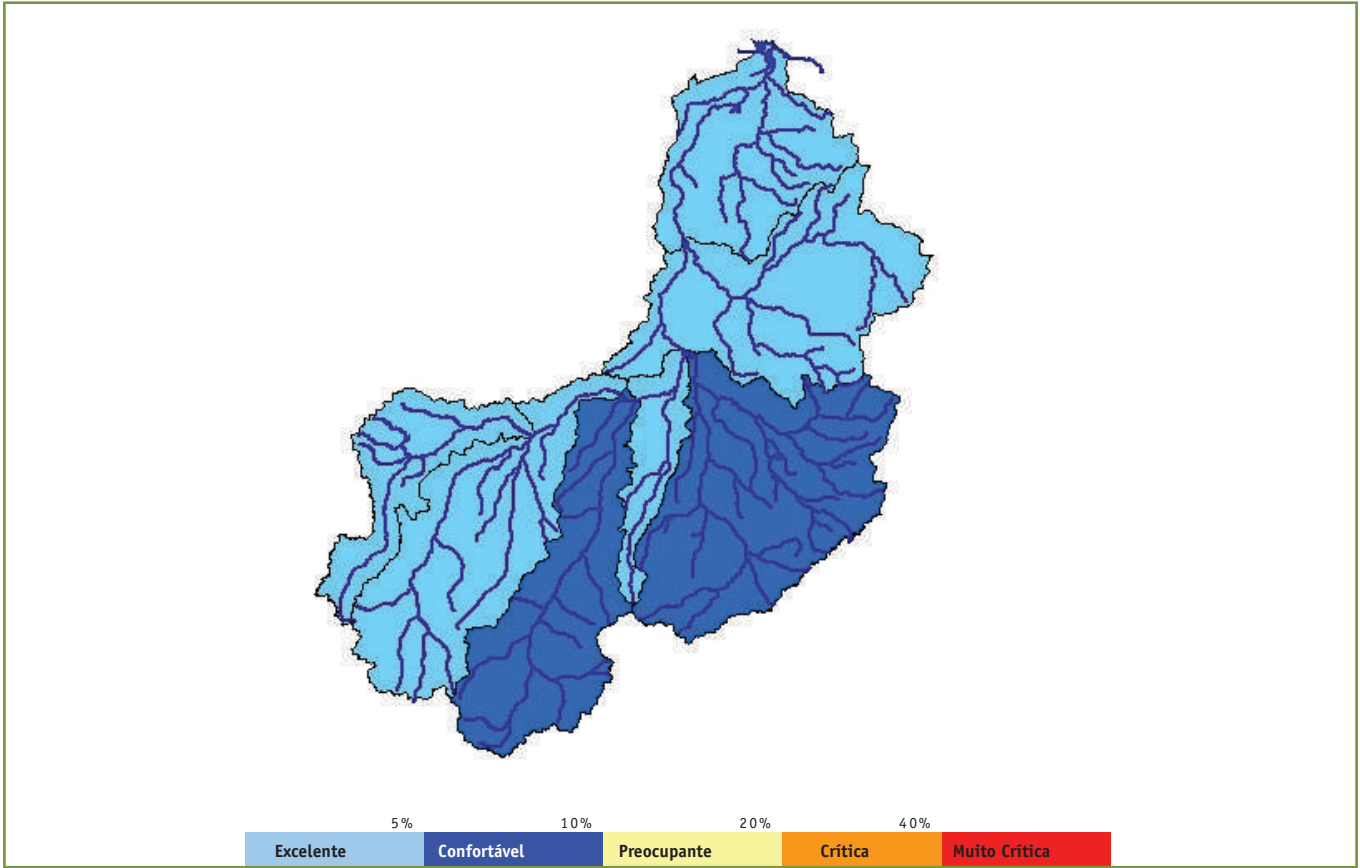
Na Figura 74 é apresentado o mapa do balanço entre a demanda e a vazão média acumulada na Região Hidrográfica do Parnaíba, conforme Critério 1, que, apesar de não ser o melhor critério para representar este balanço, é o cri-

tério adotado no PNRH para todas as Regiões Hidrográficas brasileiras, com a possibilidade de avaliação do balanço de maneira mais ampla, para todo o País.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 72 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba segundo a razão entre a demanda e a vazão média acumulada



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 73 - Situação das Sub-bacias do Parnaíba conforme a relação Demanda/Disponibilidade

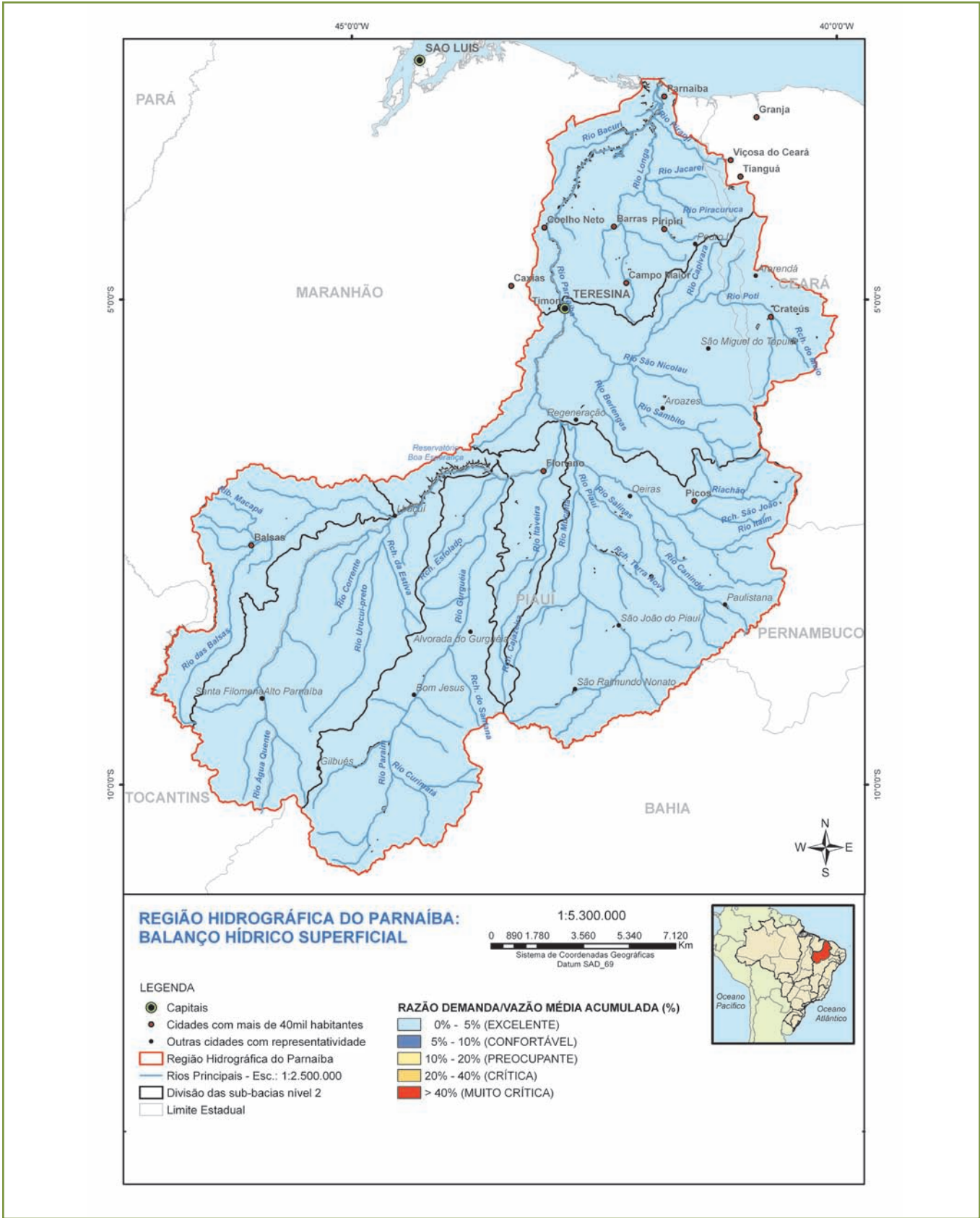


Figura 74 - Balanço entre demanda e vazão média acumulada



Águas subterrâneas

Para avaliar o balanço entre disponibilidade e demanda das águas subterrâneas, considerou-se que as demandas estimadas para os diversos usos nas Sub-bacias seriam supri-

das por águas subterrâneas. No Quadro 48, apresenta-se a relação entre a demanda total e a disponibilidade de águas subterrâneas nas Sub-bacias.

Quadro 48 - Razão entre a demanda e a reserva explotável nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba

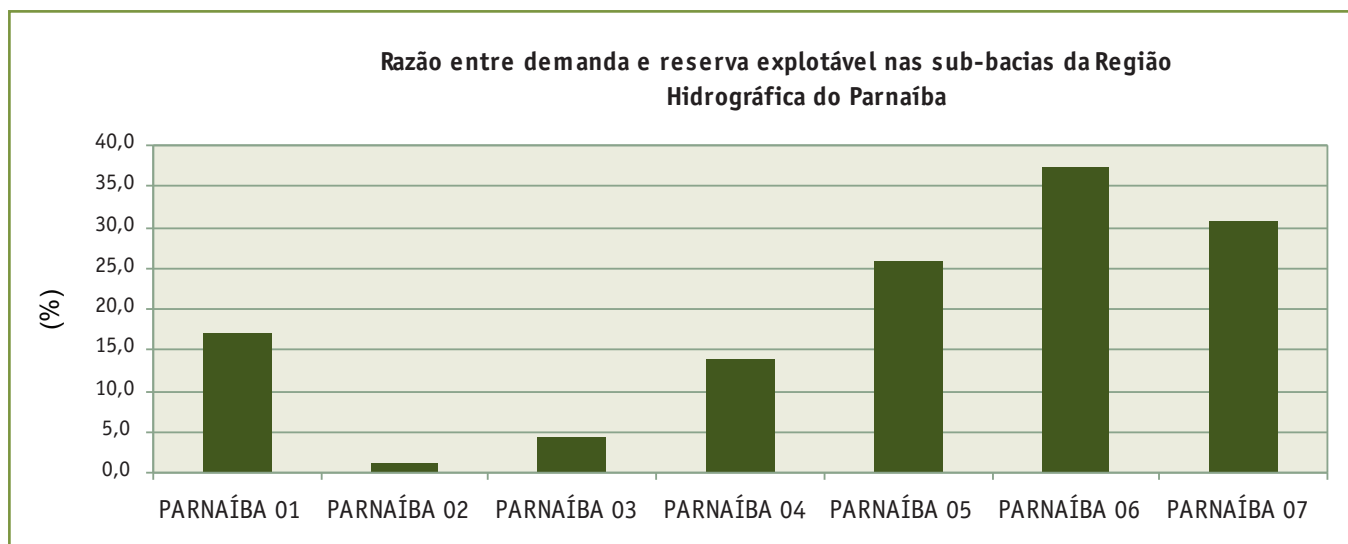
		Razão entre demanda e reserva explotável (%)					
		Urbana	Rural	Animal	Industrial	Irrigação	Total
Alto Parnaíba	Parnaíba 01	2,5	0,5	1,8	0,2	12,2	17,2
	Parnaíba 02	0,4	0,2	0,5	0,0	0,2	1,3
	Parnaíba 03	0,7	0,4	1,5	0,0	1,8	4,3
	Parnaíba 04	4,8	0,9	2,1	0,2	6,1	14,1
Médio Parnaíba	Parnaíba 05	6,2	2,9	6,8	0,4	9,6	25,9
	Parnaíba 06	20,1	1,9	2,9	2,4	10,2	37,4
Baixo Parnaíba	Parnaíba 07	5,8	2,1	2,4	0,4	20,0	30,7
	Parnaíba	5,0	1,0	2,0	0,5	6,8	15,3

A Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) possui o maior percentual em relação às reservas explotáveis, principalmente em relação à demanda urbana, sendo a Sub-bacia mais populosa. Já a Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) possui uma grande demanda de irrigação e considerando apenas o manancial subterrâneo, esta demanda comprometeria 20% da reserva explotável na Sub-bacia.

Na Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas) a demanda para irrigação pode comprometer 12,2% das reservas subterrâneas, se estas forem totalmente retiradas do manancial subterrâneo. Por outro lado esta Sub-bacia possui um bom potencial de águas superficiais. Já a Sub-bacia Parnaíba 03 (Gurguéia) possui pouca disponibilidade hídrica superficial, mas grande disponibilidade de águas subterrâneas, principalmente do Aquífero Poti-Piauí e Urucuia-Areado, cuja demanda total atual corresponde a apenas 4,3% das reservas explotáveis.

De maneira geral todas as Sub-bacias do Parnaíba podem garantir suas demandas atuais com águas subterrâneas. No

entanto, deve-se tomar cuidado, pois existe uma relação entre as águas superficiais e subterrâneas e a exploração excessiva de águas subterrâneas pode comprometer as águas superficiais, pois muitos rios são alimentados, também, por aquíferos. Na Figura 75 apresenta-se uma síntese dos percentuais de demandas em relação à disponibilidades de água subterrâneas (reserva explotável).



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 75 - Razão entre a demanda e reserva explotável nas Sub-bacias do Parnaíba

### Os usos da água

Os recursos hídricos disponíveis podem, muitas vezes, ser um limitante ao desenvolvimento econômico de uma região. Isso não se verifica nas Sub-bacias do Parnaíba, pois existe disponibilidade de água para as demandas atuais. No entanto, a água disponível não está bem distribuída espacialmente na região, já que existem locais com difícil acesso à água, o que limita o desenvolvimento econômico.

#### Alto Parnaíba

Nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas), Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) e Parnaíba 03 (Gurguéia) predomina a atividade de agricultura, devido à boa disponibilidade de água. Nas Sub-bacias Parnaíba 02 (Alto Parnaíba) e Parnaíba 03 (Gurguéia) são identificadas áreas em processo de desertificação. É fundamental, neste caso, a adequação das práticas agrícolas aos tipos de solos, evitando que os mesmos se tornem impróprios para o uso e deixando para trás um passivo ambiental irreversível.

Destaca-se na Região Hidrográfica do Parnaíba, na sua metade ocidental mais próxima ao Maranhão, a produção de arroz, cultura tradicional nesta região. Essa atividade é, entre outras, uma das que mais utilizam os recursos hídricos da região, sendo, naturalmente, mais acentuada onde a disponibilidade de água é maior, principalmente nas lagoas e margens dos rios.

O uso da água é predominantemente para o abastecimento humano e animal, navegação e geração de energia elétrica na Barragem Boa Esperança.

#### Médio Parnaíba

As Sub-bacias inseridas na região semi-árida e no cristalino são as que têm os maiores problemas com a disponibilidade de recursos hídricos, tanto em qualidade (águas salobras) como em quantidade. Neste quadro encontra-se a Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé), região onde a população rural supera a urbana e as atividades produtivas se reduzem à pecuária, produção de mel e leite e alguma agricultura de subsistência são atividades que não demandam muita água. Mas, é nessa Sub-bacia que se encontra a maior parte da infra-estrutura hídrica da região, com o seu aproveitamento na agricultura irrigada, cujo potencial é alto em função da boa qualidade dos solos nela existentes.

Nas proximidades de Teresina (PI), Timon (MA) e Caxias (MA), na Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba), se concentra o maior contingente populacional e se destaca por possuir a melhor infra-estrutura de serviços públicos além da atividade industrial e comercial e da produção de cana-de-açúcar. A água, neste caso, é usada basicamente para as atividades industriais e para o abastecimento humano, além de ser utilizada para despejo de esgotos sanitários e navegação no rio Parnaíba.

**Baixo Parnaíba**

Na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba) se observam dois tipos de concentração das atividades produtivas envolvendo o uso da água:

- (a) Nas proximidades de Parnaíba, na região litorânea concentram-se as atividades de extrativismo, pesca, cata de caranguejos e carcinocultura. Os usos da água nesta região são para o abastecimento humano e animal, pesca nas lagoas, carcinocultura, rizicultura e lançamento de efluentes e resíduos sólidos. A atividade agrícola é insipiente, mas vale destacar a produção de melancia em Parnaíba, a produção de soja em Brejo e a produção de arroz em Buriti dos Lopes, fazendo uso da água das Lagoas da região;
- (b) Na Serra da Ibiapaba, fronteira com o Estado do Ceará, na Sub-bacia do Longá, onde predomina a atividade agrícola, destacando-se o tomate e a cana-de-açúcar. Os usos das águas são para irrigação e para o abastecimento humano e animal.

**4.6 | Histórico dos Conflitos pelo Uso da Água**

Conflito de uso da água entre a navegação e a geração de energia elétrica pode ser encontrado no rio Parnaíba com a Barragem Boa Esperança, operada pela Chesf. Esta barragem torna a navegação descontinuada para o transporte da produção agrícola ao longo do rio, sendo necessário a construção de sistema de transposição de desnível, conforme aponta o estudo “A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos” (ANA, 2005d).

Conflitos de usos nas lagoas marginais entre os rios Parnaíba e Longá foram apontados em MMA (2005). A rizicultura nestas lagoas é uma das principais atividades econômicas e é feita basicamente nas margens do baixo Parnaíba e nas lagoas marginais ao rio, entre os Municípios de Buriti dos Lopes, Magalhães de Almeida e Joaquim Pires.

Muitas lagoas destacam-se por sua importância como berçário de diversas espécies de peixes e pela rizicultura. Entre elas, a lagoa Grande de Buriti dos Lopes é a de maior significado, por ser um dos sustentáculos econômicos deste Município por sua produção de arroz. No entanto esta ati-

vidade vem sofrendo uma quebra na produção em função da necessidade de controle do nível da lagoa que não é realizado. Por outro lado, sendo a lagoa um berçário de espécie de peixes, esse controle prejudicaria a pesca local, além da utilização de insumos agrícolas no cultivo do arroz, gerando aí um conflito de uso dos recursos hídricos.

A lagoa do Cajueiro, em Luzilândia, também apresenta conflitos de usos da água. Essa lagoa sustenta a economia local com a atividade de pesca. No entanto, a margem da lagoa tem sido desmatada para a plantação de capim e arroz com impactos negativos sobre a atividade de pesca.

**4.7 | A Implantação da Política de Recursos Hídricos e da Política Ambiental**

Considerando que a Região Hidrográfica do Parnaíba está inserida nos Estados do Piauí, Ceará e Maranhão, é necessário analisar a situação de implantação das políticas de recursos hídricos e meio ambiente nos três Estados.

**Piauí**

O Estado do Piauí, com maior representatividade na região, teve sua lei de recursos hídricos promulgada em 17 de agosto de 2000, a Lei Estadual n.º 5.165. Isso permitiu o início da implantação de um novo modelo de gestão dos recursos hídricos no Piauí, considerando a Bacia hidrográfica como unidade de gestão e o reconhecimento da gestão descentralizada e que a água é um bem finito, com valor econômico. Os principais tópicos da lei são:

- a) Os planos de recursos hídricos, entre os quais o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- b) O enquadramento dos cursos de água em classes de usos preponderantes;
- c) A outorga de direito e uso dos recursos hídricos;
- d) A cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- e) O sistema estadual de informações sobre os recursos hídricos;
- f) O fundo estadual dos recursos hídricos.

Atualmente o governo do Estado vem se empenhando em regulamentar os instrumentos da lei por meio do incentivo ao funcionamento do Conselho Estadual dos Recursos Híd-

dricos (CERH) e de suas Câmaras Técnicas. Neste contexto, já foram regulamentados o sistema estadual de recursos hídricos, a outorga de direito e uso dos recursos hídricos e o fundo Estadual dos recursos hídricos.

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí - Semar vem desenvolvendo ações para ca-

pacitar o Estado de infra-estrutura hídrica e melhoria da qualidade das águas, além de implementar o programa de formação das Comissões Gestoras de Reservatórios que visa a operação e manutenção das principais barragens para seus usos múltiplos. No Quadro 49 é apresentada a situação da gestão dos recursos hídricos no Piauí.

Quadro 49 - Situação legal do sistema de gestão de recursos hídricos no Piauí

Lei/Decreto	Ação
Lei n.º 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
Decreto n.º 10.880, de 24 de setembro de 2002	Aprova o Regulamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/PI
Decreto n.º 11.341, de 22 de março de 2004	Regulamenta a outorga preventiva de uso e outorga de direito de uso de recursos hídricos do Estado do Piauí, nos termos da Lei n.º 5.165, de 17 de agosto de 2000
Resolução n.º 001, de 26 de outubro de 2004	Estabelece procedimentos específicos para licenciamento e fiscalização de obras de perfuração de poços entre os rios Parnaíba e Poti, no perímetro urbano de Teresina
Resolução n.º 002/2005, de 26 de abril de 2005	Institui a Comissão Interinstitucional de Gestão de Reservatórios
Resolução n.º 003/2005, de 26 de abril de 2005	Institui a Comissão Gestora do Açude de Bocaina
Resolução CERH n.º 004/2005, de 26 de abril de 2005	Dispõe sobre Critérios e Procedimentos Provisórios para Outorga Preventiva e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos
Portaria GAB. n.º 021/2004	Normas e procedimentos técnicos para construção, recuperação e operação de poços para captação de águas subterrâneas

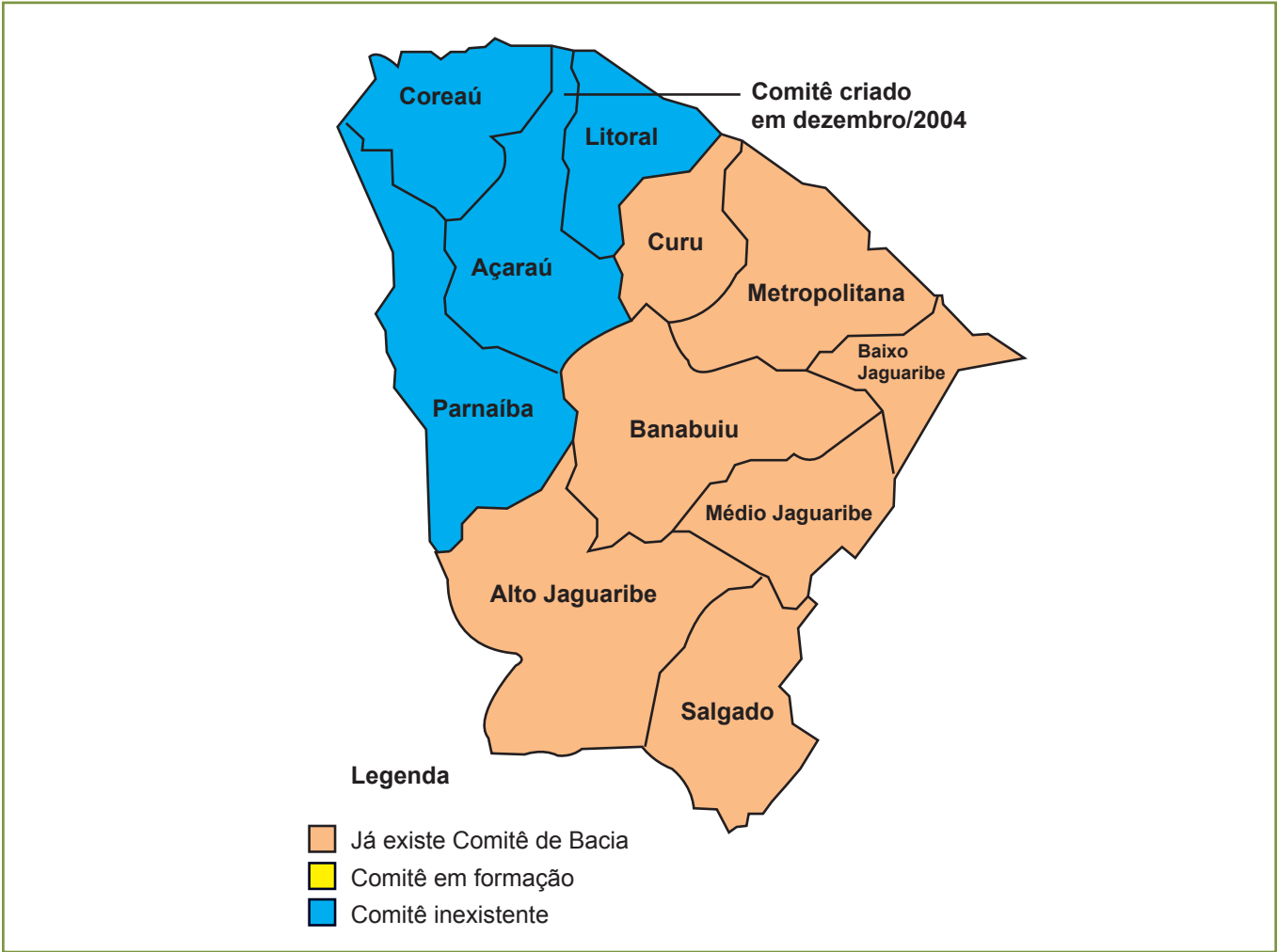


A Lei ambiental do Estado do Piauí foi criada em 10 de julho de 1996, sob o n.º 4.854, e dispõe sobre a Política de Meio Ambiente do Estado. Nesta lei observa-se a preocupação com a conservação dos recursos hídricos, como se verifica em seu capítulo III, que trata da disposição dos esgotos sanitários e da coleta, transporte e disposição final do lixo.

Ainda não foi criado nenhum Comitê de Bacia na Região Hidrográfica do Parnaíba no Estado do Piauí.

**Ceará**

O Estado do Ceará está bem avançado quanto à política de recursos hídricos e com vários comitês de Bacia já implantados. Atualmente são oito Comitês estabelecidos por decretos estaduais. A Figura 76 mostra a situação de implantação dos Comitês de Bacia no Estado do Ceará.



Fonte: SRH-CE (2005)

Figura 76 - Situação dos Comitês de Bacia no Estado do Ceará

Em 1987, o Governo do Estado do Ceará passou a adotar uma série de medidas legais e programadas para encaminhar a solução, de forma planejada e permanente, dos problemas de escassez de recursos hídricos. Essas ações culminaram na criação da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, por meio da Lei n.º 11.036, de 1.º de abril de 1987.

O objetivo é “promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado, coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos e serviços tocantes a recursos hídricos, e promover a articulação dos órgãos e entidades Estaduais do setor com os Federais e Municipais”.

A partir da criação da SRH-PI sucedeu-se um conjunto de leis e medidas legais instituindo as políticas públicas estaduais relativas aos recursos hídricos, devendo-se destacar:

- a) Aprovação da Lei n.º 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Integrado de Recursos Hídricos - SIGERH;
- b) Criação da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, por meio através da Lei n.º 12.217, de 18 de novembro de 1993;
- c) Aprovação da Lei n.º 12.245, de 30 de dezembro de 1993 dispondo sobre o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNORH.

Além disto, foram editados diversos decretos regulamentando vários dispositivos das leis aprovadas. Uma das providências mais importantes adotadas pela SRH-PI foi a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, que lançou as bases da política que foi adotada, quando se propôs todo um aparato jurídico e institucional para o setor, dando-lhe nova forma, responsabilidade e meios. O plano promoveu a integração dos órgãos Estaduais, Federais e Municipais, organizando-os no Sistema Integrado de Recursos Hídricos - SIGERH, que congrega as instituições e os representantes dos usuários de água e da sociedade civil.

A Política Estadual de Recursos Hídricos elegeu como sua prioridade máxima a oferta de água, que, em qualquer circunstância, deve abastecer as populações humanas. A partir de sua implantação, esta tem sido uma meta verdadeiramente prioritária nas ações estaduais e fundamenta os seguintes princípios:

- a) O gerenciamento dos Recursos Hídricos é feito de forma integrada, isto é, uma mesma política rege todos os órgãos a ela concernidos, e em todo o território estadual;
- b) O gerenciamento é descentralizado. A unidade básica adotada para a gestão dos potenciais hídricos é a Bacia Hidrográfica;
- c) A água é considerada como um recurso limitado, que desempenha relevante papel no desenvolvimento econômico e social, com custos sempre crescentes para sua mobilização. Por isso, a cobrança pelo seu uso é entendida como de fundamental importância para a racionalização de sua utilização.

A SRH-PI, para cumprir o seu papel de gestor dos recursos hídricos estaduais, dispõe de três entidades vinculadas que se constituem nos seus principais instrumentos de ação: a COGERH gerencia a oferta de água armazenada nos corpos superficiais e subterrâneos, sob o domínio do Estado; a Superintendência de Obras Hidráulicas - SOHIDRA, autarquia que se encarrega dos estudos e projetos objetivando o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, além da execução de obras e serviços no campo da engenharia hidráulica; o FUNORH, que proporciona suporte financeiro à Política Estadual do setor e demais ações demandadas do SIGERH e é gerido pela SRH-PI com o apoio do Banco do Estado do Ceará - BEC e do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos.

### **Maranhão**

A primeira lei Estadual do Maranhão referente aos recursos hídricos do Estado foi a Lei n.º 7.052, de 22 de dezembro de 1997. Apesar de ter sido instituída após a Lei Federal n.º 9.433/1997, essa lei não estava de acordo com a Lei Federal, sendo, então discutida uma nova lei. Em 15 de junho de 2004 foi promulgada a Lei n.º 8.149/2004, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos. A Lei n.º 7.052, de 22 de dezembro de 1997, foi revogada integralmente.

Dentre os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos previstos na nova legislação estadual, estão:

- a) Os Planos de Recursos Hídricos;
- b) Os Planos Diretores de Bacia Hidrográfica;
- c) O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- d) A outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos e o licenciamento das obras utilizadoras destes recursos;
- e) A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- f) O Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- g) Os programas destinados à capacitação profissional na área de recursos hídricos;
- h) As campanhas educativas visando conscientizar a sociedade para a utilização racional dos recursos hídricos do Estado;

- i) O Cadastro Estadual de usuários de recursos hídricos;
- j) O Fundo Estadual de Recursos Hídricos e demais Fundos;
- k) A aplicação de penalidades.

A Lei Estadual, na Seção III, sobre “Outorga de direito de uso dos recursos hídricos”, parágrafo único, afirma que “os procedimentos operacionais e os prazos para efetivação dos direitos de outorga serão estabelecidos em regulamento próprio”. Sendo assim, como não houve ainda regulamentação dessa lei, não são emitidas outorgas de recursos hídricos de domínio do Estado do Maranhão.

Essa lei determina à Sema ser o órgão gestor de recursos hídricos, responsável, portanto, pelas ações de implantação dos instrumentos de gestão.

As políticas de recursos hídricos dos três Estados integrantes da Região Hidrográfica do Parnaíba são semelhantes e suas leis seguem os princípios estabelecidos na política nacional de recursos hídricos. No entanto alguns Estados estão mais avançados na implementação destas políticas.

Nesta Região Hidrográfica existe apenas uma Bacia Hidrográfica, a do rio Parnaíba, cuja as ações de gestão são de responsabilidade da União. Algumas Sub-bacias do rio Parnaíba estão localizadas entre os Estados do Ceará e Piauí, como as Sub-bacias dos rios Poti e Longá, enquanto outras, como a Sub-bacia do rio Balsas encontra-se apenas no Estado do Maranhão e do Gurguéia, no Estado do Piauí.

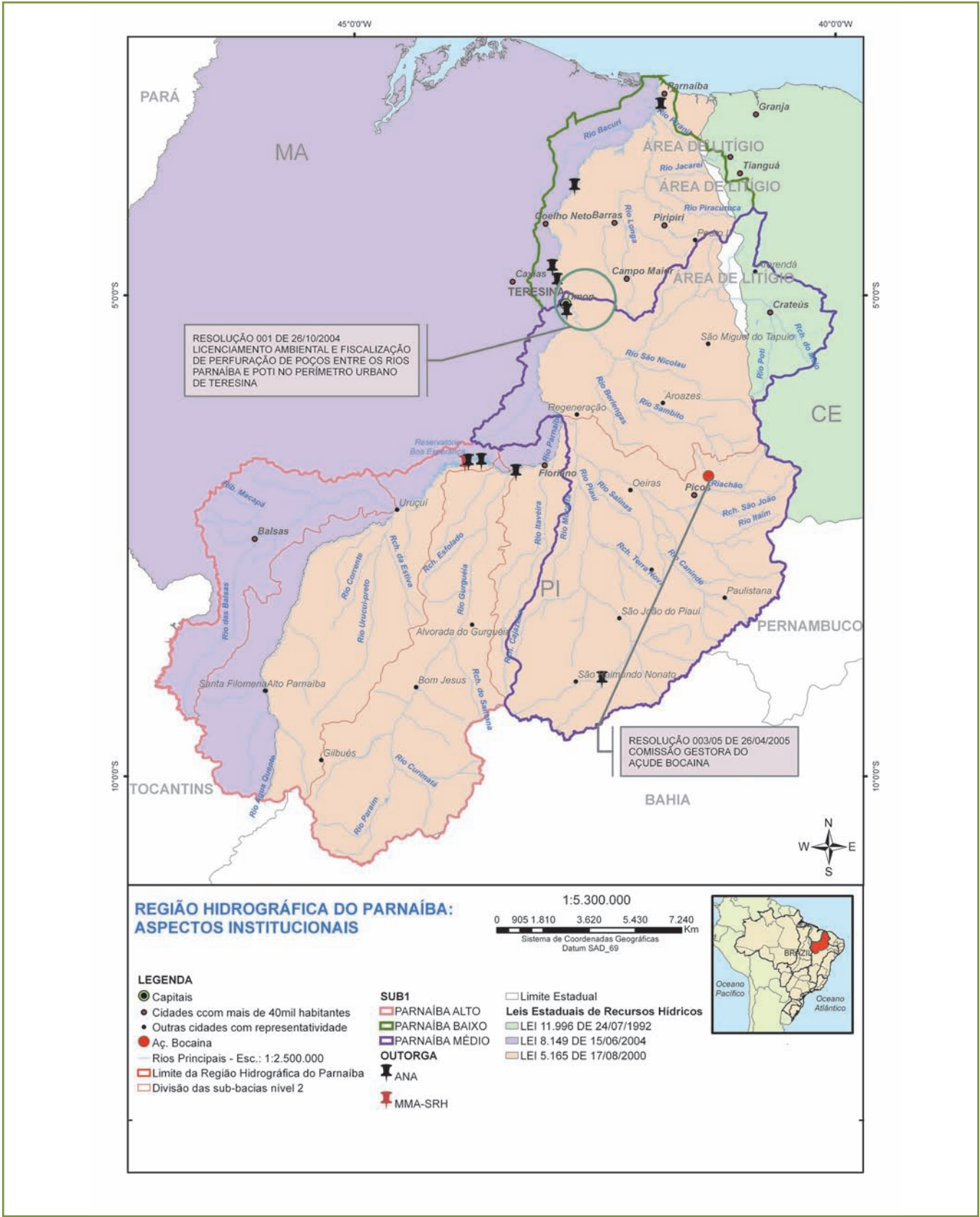
Existem na região 12 outorgas concedidas pela ANA e pela SRH/MMA, sendo seis no rio Parnaíba, três no reservatório Boa Esperança, uma no açude Petrônio Portela e duas no rio Camurupim. O Quadro 50 apresenta as outorgas concedidas até 12 de julho de 2005.

Quadro 50 - Outorgas concedidas atualmente na Região Hidrográfica do Parnaíba

Nome Requerente	Município	UF	Manancial	Finalidade	Entidade 1	Vencimento
Adão Carlos Souza dos Santos	Guadalupe	PI	Reservatório Boa Esperança	Irrigação	SRH/MMA	12.abr.2005
Agropastoril Gado Branco S/A	Guadalupe	PI	Reservatório Boa Esperança	Aqüicultura	ANA	03.fev.2006
Paulo Henrique de Araújo Lima	Porto	PI	Rio Parnaíba	Irrigação	ANA	13.jun.2005
SEVAP – Sem. do Vale do Parnaíba S/A	Guadalupe	PI	Reservatório Boa Esperança	Irrigação	ANA	28.jul.2007
Comvap Açúcar e Álcool Ltda	União	PI	Rio Parnaíba	Irrigação	ANA	09.set.2009
AMBEV – Teresina	Teresina	PI	Rio Parnaíba	Indústria	ANA	27.dez.2014
Rio Bonito Agric. Irrigada S/A	Floriano	PI	Rio Parnaíba	Irrigação	ANA	21.nov.2007
Semar – PI	São Raimundo Nonato	PI	Açude Petrônio Portela	Abast. Público	ANA	17.mai.2007
Estrela Eng. Ltda	Parnaíba	PI	Rio Parnaíba	Aqüicultura	ANA	17.jan.2008
Northern Star do Brasil Ltda	Cajueiro da Praia	PI	Rio Camurupim	Aqüicultura	ANA	13.dez.2009
Northern Star do Brasil Ltda	Cajueiro da Praia	PI	Rio Camurupim	Aqüicultura	ANA	13.dez.2009
Comvap Açúcar e Álcool Ltda	União	PI	Rio Parnaíba	Irrigação	ANA	24.nov.2009

Fonte: Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>

A Figura 77, a seguir, sintetiza aspectos institucionais relacionados aos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 77 - Aspectos institucionais relacionados aos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba



## 5 | Análise de Conjuntura

### 5.1 | Principais Problemas do Uso Hegemônico da Água

O conceito de usos múltiplos foi introduzido no Brasil por meio das universidades e instituições de pesquisa. Atualmente a Lei Federal n.º 9.433/1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, tem como um de seus princípios o uso múltiplo dos recursos hídricos. Este conceito tem sido considerado nos planos de recursos hídricos de diversos Estados.

No Brasil desenvolvimentista das décadas de 1960 e 1970, o conceito de usos múltiplos da água não era considerado nas ações de utilização dos recursos hídricos. Na busca de aumentar o parque industrial da nação foram construídas diversas barragens para garantir o fornecimento de energia elétrica sem considerar o uso da água para o abastecimento humano, irrigação, lazer, preservação da ambiente aquático ou até mesmo o uso da terra nos locais de inundação.

O conceito do uso para um objetivo único prevalecia no País, principalmente no setor de energia elétrica e de saneamento e mais tarde a irrigação. Todas as ações relativas a estes setores eram realizadas de maneira individual. Por questões culturais e por falta de conhecimento os recursos hídricos eram considerados como abundantes e renováveis, sem valor econômico.

Os reflexos do conceito de utilização da água para um único fim podem ser percebidos por: (i) da eutrofização de diversas barragens utilizadas para geração de energia elétrica, inviabilizando-as para o uso no abastecimento humano, aumentando o custo com a produção de água potável por parte das companhias de distribuição de água; (ii) da salinização da água em reservatórios do Nordeste Semi-árido, utilizados apenas para o abastecimento humano ou para a irrigação; (iii) da limitação da capacidade de suporte dos rios e reservatórios que recebem esgotos domésticos e industriais com o objetivo apenas de diluição e depuração dos resíduos líquidos.

Na Região Hidrográfica do Parnaíba, como em outras regiões do País, também prevaleceu por muito tempo o conceito do uso exclusivo da água e alguns problemas têm sido encontrados em função disto, como por exemplo:

- a) A construção, pela Chesf, da Usina de Boa Esperança, em 1964, para geração de energia. Na época não houve a preocupação da companhia e de outros setores da economia regional com a navegabilidade do rio Parnaíba. Atualmente se defronta com o problema em função do escoamento da produção de grãos na região do Cerrado, pois a barragem sem um sistema de levantamento de desnível torna a navegação interrompida neste trecho do rio;
- b) A utilização da água para depuração dos esgotos sem a preocupação com a sua utilização para o abastecimento humano e a dessedentação animal.
- c) O uso das lagoas marginais ao rio Parnaíba para o cultivo de arroz. Não houve a preocupação com a utilização da água das lagoas, consideradas como berçário de diversas espécies de peixe, para a pesca e lazer, duas alternativas econômicas para os Municípios da região.

Talvez o conceito do uso exclusivo ainda prevaleça por questões culturais, mas a política de recursos hídricos mudou e as ações governamentais relacionadas aos recursos hídricos levam sempre em consideração os usos múltiplos da água. No entanto, outras ações, principalmente na esfera educacional, são primordiais para a internalização do conceito de uso múltiplo da água na economia regional.

## 5.2 | Principais Problemas e Conflitos pelo Uso da Água

Com base na análise sobre demanda e disponibilidade de recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba, foram identificadas algumas áreas preocupantes em relação à demanda atual. A seguir são apresentados os principais problemas identificados em cada uma das Sub-bacias.

### ***Parnaíba 01 (Rio Balsas)***

Esta Sub-bacia de domínio do Estado do Maranhão apresenta uma situação excelente em termos de águas superficiais conforme o critério Demanda/Disponibilidade hídrica. Quanto às reservas subterrâneas, 17% das reservas exploráveis podem garantir a demanda de água atual na região. Predominam os aquíferos Corda, Motuca e Poti-Piauí, com boa qualidade. A principal demanda é para a irrigação, seguida da demanda urbana.

Por outro lado, a Sub-bacia possui a maior taxa de crescimento populacional, podendo reverter esta situação de excelência em termos de quantidade de água disponível. Problemas com o assoreamento da calha dos rios da Sub-bacia devido à erosão em função do manejo inadequado do solos e do transporte de fertilizantes e agrotóxicos provenientes de seu uso sem controle eficaz, são encontrados nesta Sub-bacia que possui como principal atividade a agricultura, como o cultivo da soja e do arroz. Conflitos entre usos da água na área agrícola com o seu uso para abastecimento humano poderão surgir em função da degradação da qualidade da água na região.

### ***Parnaíba 02 (Alto Parnaíba)***

Sub-bacia de domínio dos Estados do Maranhão e Piauí, apresenta situação excelente em termos de água superficiais e boa disponibilidade de águas subterrâneas, considerando que 1,3% das reservas exploráveis desta Sub-bacia garante a demanda atual. Por outro lado, considerando que a principal atividade econômica da região é a agricultura, principalmente a soja, e que existe a utilização de insumos agrícolas, e estes associados a práticas inadequadas de uso do solo, podem ocorrer conflitos com a qualidade da água, limitando o seu uso no abastecimento urbano. Nesta Bacia, está prevista a construção de quatro barragens para geração de eletricidade, as quais po-

derão acentuar conflitos com a navegação.

### ***Parnaíba 03 (Rio Gurguéia)***

Sub-bacia complexa em termos ambientais devido à presença dos biomas Caatinga e Cerrado e zonas de transição. Apresenta situação Confortável quando ao critério da razão entre Demanda/Disponibilidade e excelente em termos de Demanda/Vazão Média Acumulada. Por outro lado, nesta Sub-bacia a disponibilidade de água subterrânea é boa e seria suficiente para atender a demanda atual.

As principais demandas de água são para a irrigação, des-sedentação de animais e uso urbano. A população está bem distribuída na Sub-bacia, sendo que 24,5% vivem nos Municípios de Corrente, Bom Jesus e Monte Alegre. A qualidade da água é prejudicada pelo lançamento de esgotos dos centros urbanos. A principal atividade econômica é a agricultura, principalmente o cultivo de soja, feijão e arroz.

Os problemas em potencial são as práticas inadequadas de uso do solo na agricultura, desmatamento da mata ciliar, manejo de agrotóxicos e lançamentos de esgotos nos rios que possuem baixas vazões. Existe nesta região uma grande concentração de poços construídos para usos no abastecimento urbano e irrigação. A exploração dos aquíferos é uma das grandes preocupações, pois existem muitos poços jorrantes abandonados e muitos mal construídos, podendo comprometer a qualidade e quantidade das águas subterrâneas.

Podem ocorrer problemas sérios de garantia de água, condicionando o desenvolvimento econômico da região. Problemas com processos de desertificação são observados nesta Sub-bacia, onde se encontra um dos principais núcleos da Região Nordeste, o núcleo de Gilbués.

### ***Parnaíba 04 (Rio Itaueiras)***

Os biomas Caatinga, Cerrado e zona de transição estão presentes, também, nesta Sub-bacia. É considerada Excelente em termos de águas superficiais, segundo o critério Demanda/Disponibilidade e Demanda/Vazão Média Acumulada, em função da presença de um trecho do rio Parnaíba com vazão regularizada pela Barragem Boa Esperança. Também é a que possui menor reserva explorável, com apenas 3,46m<sup>3</sup>/s, sendo que 14,1% das reservas podem garantir a demanda total da Sub-bacia. As principais demandas são para a irrigação seguida do abastecimento urbano.

No Município de Floriano vivem 52,4% da população da

Sub-bacia; 74,4% vivem nos três Municípios mais populosos. A principal atividade econômica é a produção de banana e melancia. É uma Sub-bacia sem muitos problemas de disponibilidade hídrica subterrânea e superficial em função da vazão regularizada pelo reservatório Boa Esperança. No entanto, a Bacia Hidrográfica do Rio Itaueiras possui uma das menores vazões de estiagem da região. Como na Sub-bacia do Gurguêia, nesta também ocorre a exploração inadequada das águas subterrâneas para fins de abastecimento urbano e irrigação. Apesar de sua boa disponibilidade hídrica, essa Sub-bacia não é bem distribuída espacialmente.

#### ***Parnaíba 05 (Rios Piauí/Canindé)***

Considerada como Confortável de acordo com o critério Demanda/Disponibilidade e Excelente em termos do balanço Demanda/Vazão Média Acumulada. Em termos de águas subterrâneas, 25,9% das reservas podem garantir a demanda total atual. A irrigação é a principal demanda, seguida do abastecimento urbano. Em função das baixas vazões o oxigênio dissolvido apresenta valores baixos devido ao lançamento de esgotos, principalmente nos centros urbanos como Oeiras e São Francisco do Piauí. Ocorre, também, grande exploração das águas subterrâneas com fins de abastecimento urbano e irrigação.

O bioma predominante é a Caatinga e o clima é semi-árido. Nesta Sub-bacia existe um Corredor Ecológico da Caatinga. É a Sub-bacia menos urbanizada e as principais atividades econômicas são a pecuária e a produção de mel e leite. Possui três projetos de irrigação e várias adutoras e açudes construídos e projetados. Tem um bom potencial para a agricultura irrigada; o solo é de boa qualidade para a agricultura. Os principais problemas são o lançamento de esgoto nos corpos de água que já possuem uma vazão de estiagem muito baixa.

#### ***Parnaíba 06 (Rios Poti/Parnaíba)***

Sub-bacia de domínio federal por dividir espaço entre os Estados do Ceará, Piauí e Maranhão. Sua situação é considerada Excelente em termos de disponibilidade de águas superficiais, de acordo com os critérios Demanda/Disponibilidade e Demanda/Vazão Média Acumulada,

em função, principalmente, da vazão regularizada pelo reservatório Boa Esperança, e 37,4% das reservas subterrâneas podem garantir a demanda total atual. As principais demandas são para o abastecimento, pois é a Sub-bacia mais populosa; 59,5% da população vivem em Teresina, Timon e Crateús. Apresenta a maior carga orgânica estimada por meio da  $DBO_5$ , de 72,54t de  $DBO_5$ /dia contra uma vazão de estiagem de 19,2 m<sup>3</sup>/s.

Foram observados problemas com a salinidade da água subterrânea na região de Croatá. O bioma predominante é a Caatinga e possui duas reservas indígenas. A principal atividade econômica da região é a indústria de transformação e extrativista, a agropecuária com a produção de galinhas e frangos e a produção de mel e leite. Os principais problemas, apesar da excelente disponibilidade hídrica, que ocorre em função da existência de vários açudes e da vazão regularizada pelo reservatório Boa Esperança, são a falta de adutoras para a distribuição dos recursos disponíveis para toda a população residente na Sub-bacia e o lançamento de esgotos domésticos nos rios próximos à Teresina e Crateús. Um projeto de transposição de águas do Poti para o Coreaú existente no Ceará pode gerar conflitos de uso nesta Sub-bacia.

#### ***Parnaíba 07 (Rios Longá/Parnaíba)***

É considerada Excelente em termos de águas superficiais, de acordo com os critérios Demanda/Disponibilidade e Demanda/Vazão Média Acumulada e 30,7% da reserva hídrica subterrânea garante a demanda total atual. A principal demanda é para a irrigação seguida da demanda urbana. A carga de  $DBO_5$  igual a 30,77t de  $DBO_5$ /dia é alta, comparada com as outras Sub-bacias. Os biomas predominantes são o Costeiro e o ecótono entre a Caatinga e a Amazônia. Em torno de 22% da população da Sub-bacia vive em Parnaíba, Piripiri e Campo Maior. As principais atividades econômicas são a pecuária de frango e galinha, produção de leite, rizicultura, lavouras de melancias e tomate, além da atividade de pesca, cata de caranguejo e carcinocultura no setor litorâneo. O principal problema é conciliar a atividade de rizicultura com a pesca e o turismo e o lançamento de carga orgânica de origem nos esgotos sanitários, bem como a carcinocultura com a conservação dos mangues existentes

no Delta do Parnaíba.

Considerando a divisão por Sub-bacias de nível 1, conclui-se que os principais problemas e conflitos pelo uso da água são:

#### ***Alto Parnaíba***

- Degradação da qualidade da água em função do uso inadequado de insumos agrícolas;
- Assoreamento dos cursos de água em função das práticas inadequadas de uso do solo;
- Conflitos entre navegação e geração de energia elétrica;
- Degradação da qualidade da água em função do lançamento de efluentes domésticos e práticas inadequadas de disposição de lixo urbano;
- Exploração inadequada dos aquíferos da região.

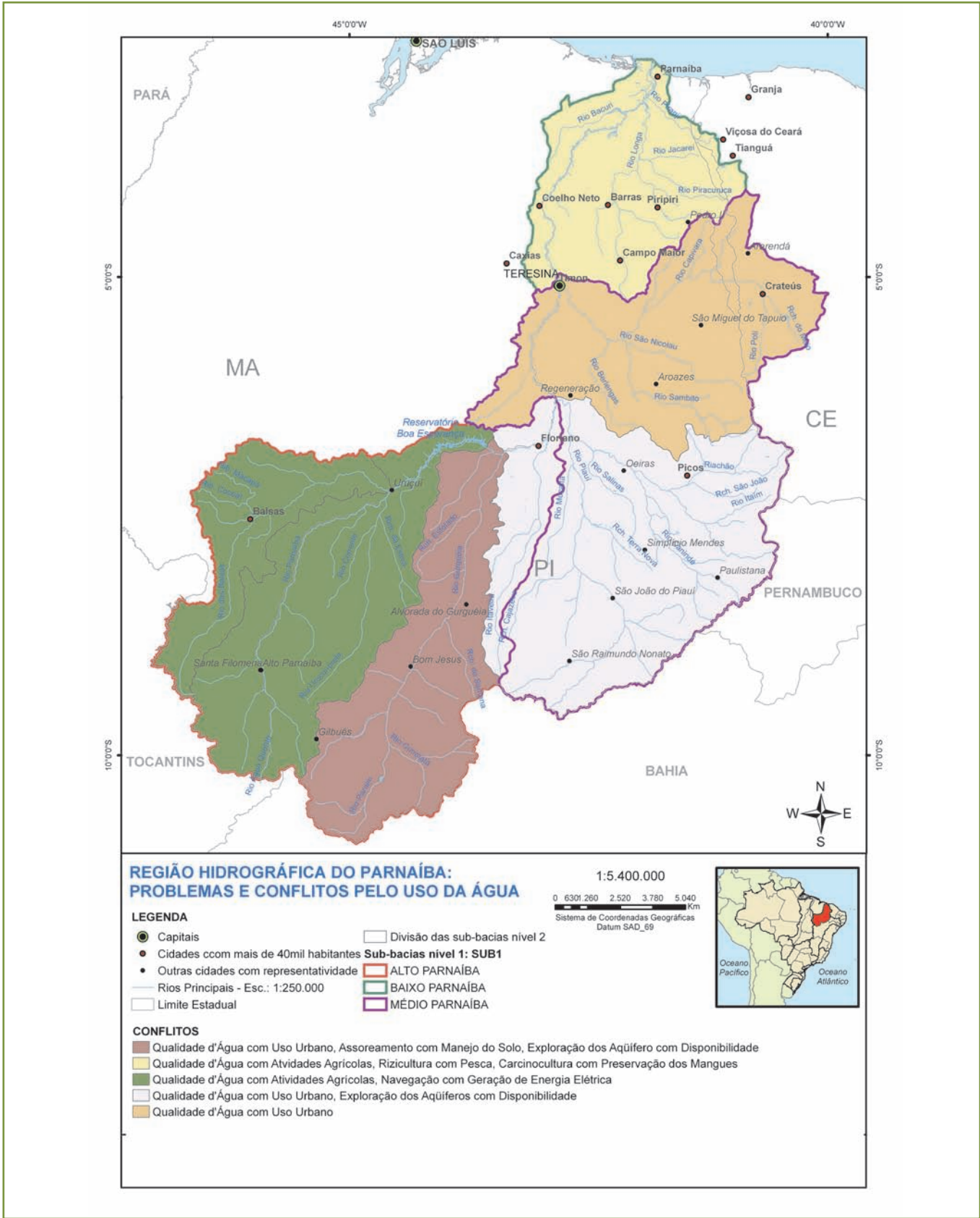
#### ***Médio Parnaíba***

- Degradação da qualidade da água em função do lançamento de efluentes domésticos e práticas inadequadas de disposição de lixo urbano;
- Exploração inadequada dos aquíferos da região;
- Problemas com a salinidade das águas subterrâneas;
- Má distribuição das águas disponíveis, em termos quantitativos.

#### ***Baixo Parnaíba***

- Conflito entre a rizicultura e a pesca;
- Degradação da qualidade da água em função do lançamento de efluentes domésticos e práticas inadequadas de disposição de lixo urbano;
- Degradação dos mangues em função da carcinocultura sem controle.

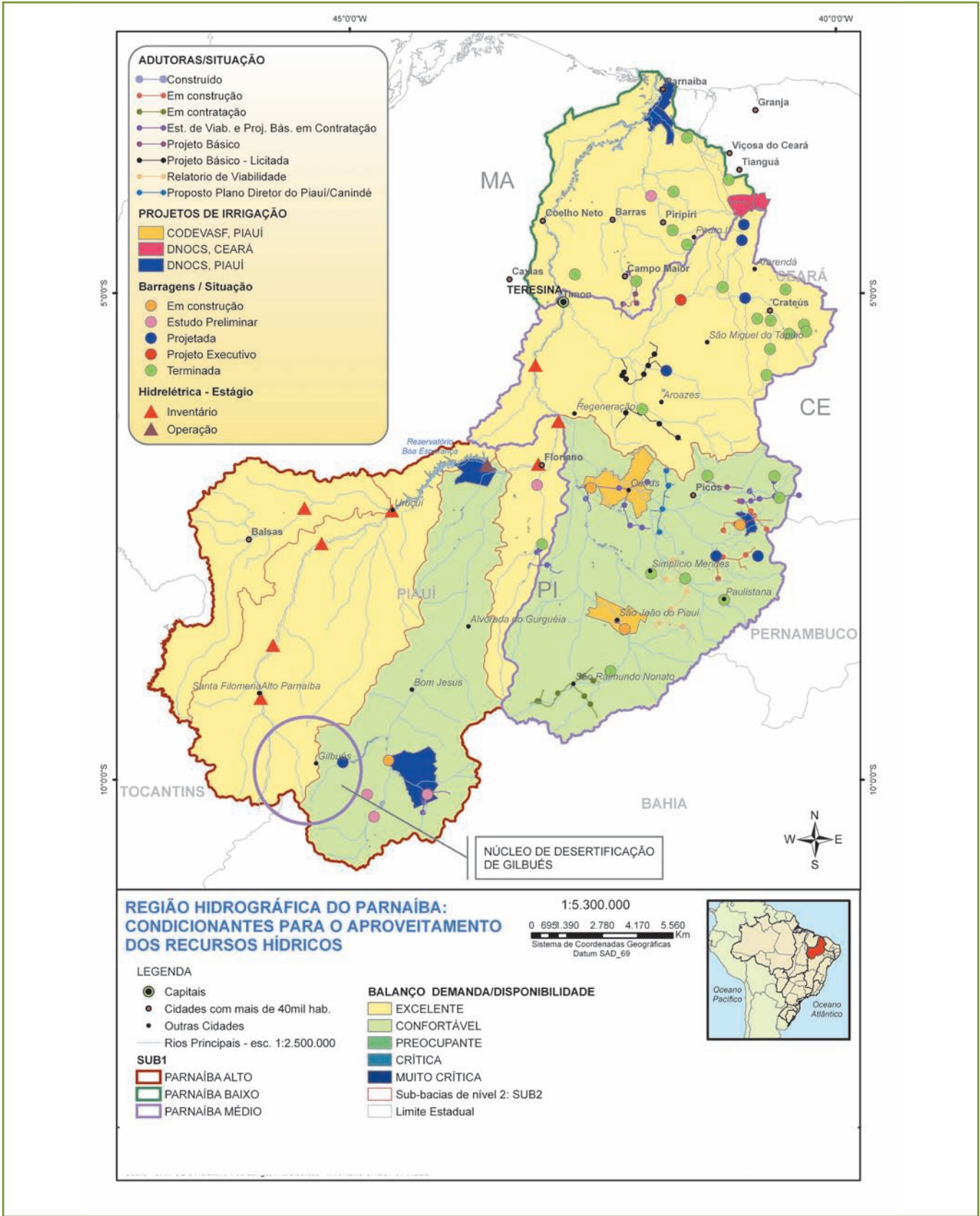
A Figura 78 apresenta um panorama dos principais problemas e conflitos pelo uso da água. A Figura 79 mostra as condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 78 - Principais problemas e conflitos pelo uso da água na Região Hidrográfica do Parnaíba





Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 79 - Condicionantes para o aproveitamento dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Parnaíba

### 5.3 | Vocações Regionais e seus Reflexos sobre os Recursos Hídricos

A Região Hidrográfica do Parnaíba possui uma característica peculiar que é a transição entre os biomas Cerrado, Caatinga e Amazônia. Essa característica ambiental pode ter sido determinante sobre o tipo de povoamento e o desenvolvimento econômico da região. Associado a isto vem o regime diferenciado de precipitação e escoamento nas Sub-bacias. Por um lado, encontram-se Sub-bacias com alto potencial hídrico e por outro, Bacias com baixíssimo potencial. As características de desenvolvimento econômico e social também são diferentes entre estas Sub-bacias.

Na esfera federal o principal projeto desenvolvido na região é o Planap, executado pela Codevasf. Em 6 de janeiro de 2000, a Lei n.º 9.954 ampliou a área de atuação da Codevasf, ao incluir a Região Hidrográfica do Parnaíba em sua área de atuação, passando a Empresa a se denominar Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

Desta maneira, a Codevasf, em colaboração com os demais órgãos públicos federais, estaduais ou municipais que atuam na área, deve elaborar os planos de desenvolvimento integrado da Região Hidrográfica do Parnaíba, indicando os programas e projetos prioritários, com relação às atividades que a própria lei prevê. Assim, foi criado o programa denominado Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Rio Parnaíba – Planap, composto de:

- um inventário de diagnósticos e estudos técnicos realizados por diferentes instituições atuantes na Bacia;
- um Plano de Curto Prazo, visando definir estratégias para que as iniciativas de desenvolvimento parcialmente implantadas, sem orientação e apoio bem definidos, possam ser concluídas de maneira a que as comunidades envolvidas possam ter perspectivas de desenvolvimento futuro; e
- um Plano de Desenvolvimento com ações de médio e longo prazo, incluindo a elaboração do Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MZEE) que é o instrumento de diagnóstico e planejamento, que contribuirá para melhorar os padrões de eficiência, eficácia e

desempenho das ações do governo, em parceria com o setor privado, na promoção do desenvolvimento sustentável.

Outras instituições federais de atuação na região são o DNOCS, com projetos de irrigação, e o Banco do Nordeste, por meio de financiamento às atividades produtivas. Em 2003, o Governo Federal implantou o programa Fome Zero no Estado do Piauí.

Programas como o Proágua, financiado pelo Banco Mundial, investem na construção de açudes e adutoras, além de propiciar o desenvolvimento de conhecimento dos recursos hídricos da região.

Em função das peculiaridades de cada Sub-bacia da Região Hidrográfica do Parnaíba, existem vocações diferenciadas para cada uma delas (Figura 80). A seguir descreve-se as vocações de cada Sub-bacia.

#### *Sub-bacia Parnaíba 01 (Rio Balsas)*

Possui uma vocação agrícola em função do alto potencial hídrico, das altas precipitações pluviométricas e solos característicos de região de Cerrado, propícios para o cultivo de soja e arroz de sequeiro. Observa-se nesta região um forte crescimento econômico em função do cultivo da soja, principalmente no Município de Balsas. No entanto é essencial a adequação das práticas agrícolas e manejo do solo para evitar problemas com a qualidade da água e erosão.

#### *Sub-bacia Parnaíba 02 (Rio Alto Parnaíba)*

Muito semelhante à Sub-bacia Parnaíba 0, possui alto índice pluviométrico e excelente disponibilidade hídrica, fazendo com que sua vocação principal seja a agricultura. Observa-se crescimento econômico no Município de Alto Parnaíba, em função do cultivo da soja. As práticas agrícolas e o manejo do solo devem ser revisados para evitar o comprometimento dos corpos de água em relação ao assoreamento e à sua qualidade.

#### *Sub-bacia Parnaíba 03 (Rio Gurguéia)*

Sua vocação principal é a agricultura com alta produtividade no cultivo da soja. É uma das Sub-bacias mais exploradas em relação ao uso do solo. Há intensa destruição

da mata ciliar do rio Gurgueia, assim como muitos poços jorrantes ao longo deste rio.

#### ***Sub-bacia Parnaíba 04 (Rio Itaueiras)***

Também possui vocação agrícola e uso da irrigação na agricultura, com várias lagoas em que se pratica a rizicultura.

#### ***Sub-bacia Parnaíba 05 (Rio Piauí/Canindé)***

Quase toda a Sub-bacia encontra-se inserida na região de clima semi-árido e no bioma Caatinga. Possui uma vocação voltada à pecuária, principalmente de criação de ovinos/caprinos e galinhas/frango. As questões climáticas favorecem mais a pecuária do que a agricultura, atividade histórica de desenvolvimento e povoamento do Estado do Piauí. É nesta Sub-bacia que se encontra a antiga capital do Estado, o Município de Oeiras, bem como os Municípios representativos, a exemplo de Picos e São Raimundo Nonato. Além da pecuária, desenvolvem-se a apicultura, a produção de leite e a agricultura irrigada.

As vazões são baixas e as chuvas são concentradas em três a quatro meses consecutivos durante o ano, levando à construção de obras hídricas para a garantia de água. Assim, é fundamental a operação adequada e racional da água armazenada de maneira a evitar problemas de salinização.

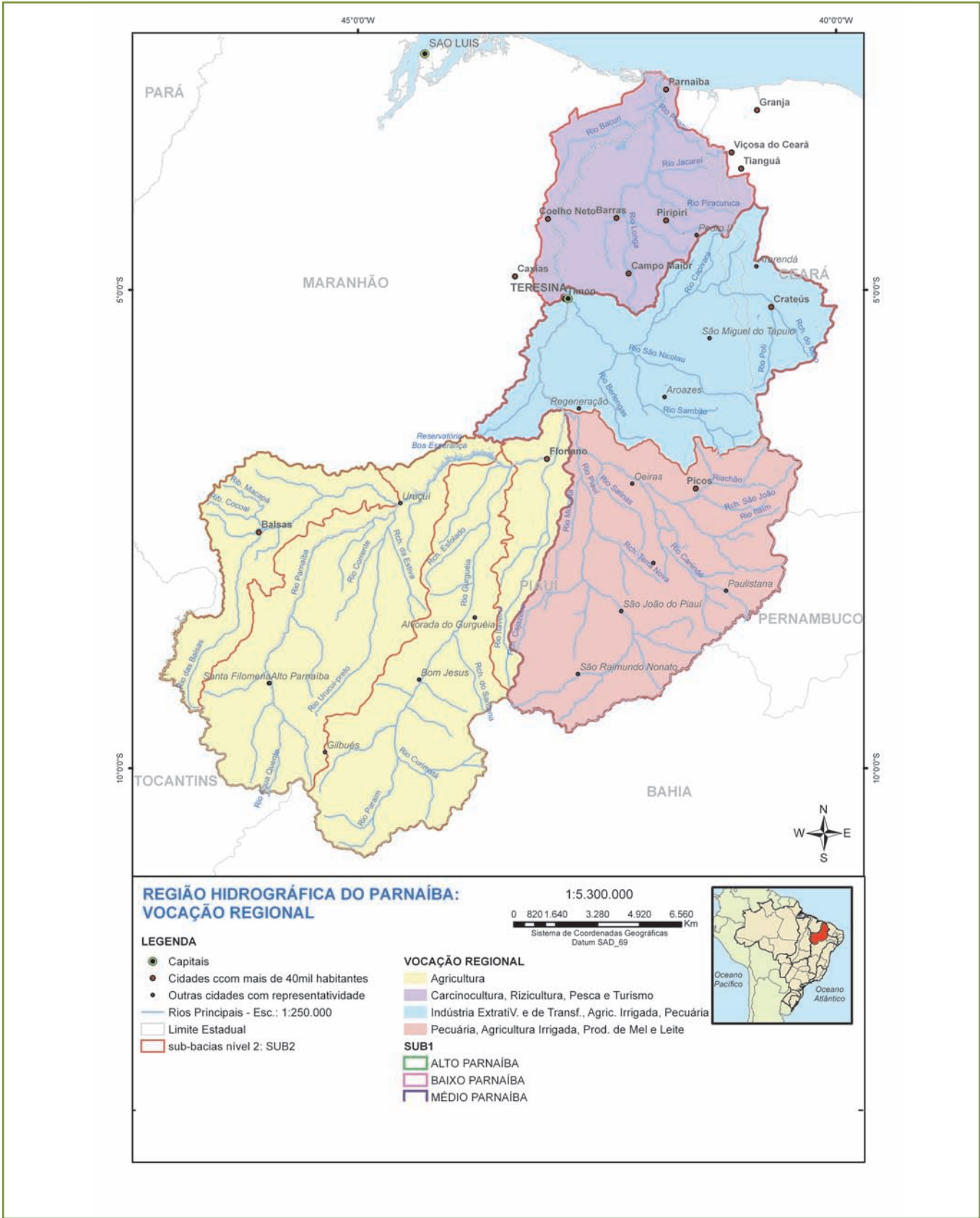
#### ***Sub-bacia Parnaíba 06 (Rio Poti/Parnaíba)***

Esta Sub-bacia possui uma vocação mais agrícola em sua parte mais alta, principalmente na produção de leite, cultivo de algodão e feijão, em Crateús e Croata. Já na sua parte mais baixa, onde se encontram os Municípios mais populosos, como Teresina, Timon e Caxias, a vocação é mais para a indústria extrativista e de transformação, bem como a produção de cana de açúcar. Essas atividades podem prejudicar principalmente a qualidade das águas.

#### ***Sub-bacia Parnaíba 07 (Rio Longá/Parnaíba)***

A Sub-bacia possui vocação para a produção de legume e verduras, em especial em sua parte alta, na Chapada da

Ibiapaba. Já na sua parte baixa, a vocação é a rizicultura e o cultivo de soja, em desenvolvimento no Município de Brejo, considerado hoje a nova fronteira agrícola dentro da região. Há, também, atividades de extrativismo vegetal, como a exemplo da cera de carnaúba. Na parte litorânea, a vocação é para as atividades de pesca, cata de caranguejo e turismo no Delta do Parnaíba, além da carcinocultura bem desenvolvida na região, que abastece os mercados de Fortaleza.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 80 - Vocações Regionais da Região Hidrográfica do Parnaíba



Foto: Banco de imagens da Unleval (Unleval do Paraíba, P. MA)





## 6 | Conclusões

### *Características Gerais*

A Região Hidrográfica do Parnaíba possui características climáticas peculiares, apresentando clima semi-árido em sua porção oriental, sub-úmido em sua porção ocidental e úmido na sua porção sudoeste. Esta peculiaridade influencia a ocupação da região e as atividades econômicas da população residente.

A configuração espacial da Região Hidrográfica do Parnaíba é um reflexo de sua compartimentação geotectônica que, por sua vez, controla os aspectos morfológicos, pedológicos e a organização da drenagem. Encontra-se instalada em duas grandes unidades estruturais: o escudo cristalino (cerca de 15% da área) e a Bacia Sedimentar do Parnaíba (85%), que propicia a ocorrência de aquíferos.

Processos de desertificação em estado avançado são encontrados nesta região. O Município de Gilbués ao sul do Estado do Piauí é apontado como um dos principais Núcleos de Desertificação do Nordeste Brasileiro. Nesta região as práticas de manejo do solo deverão se adequar em função da fragilidade deste ambiente, altamente susceptível às ações antrópicas.

A quantificação da área desertificada ainda não está bem esclarecida. Estudo desenvolvido pela Codevasf (2005c) mostra uma área de 958,79Km<sup>2</sup>, enquanto o IBGE (2004) aponta a área dos três Municípios do núcleo em 7.694Km<sup>2</sup>. Notícias em páginas de internet, relacionadas à ONG's ambientais, indicam uma área de 6.131Km<sup>2</sup>. Conclui-se, a partir disso, ser fundamental a determinação e o monitoramento dessa área para estimar a sua taxa de expansão e definir programas de recuperação e controle das áreas degradadas.

São vários os açudes e adutoras em construção na região, projetados para garantir a oferta hídrica, principalmente no Semi-árido. A Chesf prevê a construção de oito barragens para a geração de energia elétrica, com fornecimento esti-

mado em 817MW de energia para o Nordeste. Estas barragens estão projetadas para serem construídas nos rios Balsas e Parnaíba, com alto potencial para navegabilidade.

### *Características das disponibilidades hídricas*

Com relação às características das disponibilidades hídricas, observa-se que a distribuição espacial das chuvas é diferenciada para as Sub-bacias de nível 1, pois quando o período chuvoso se inicia no Baixo Parnaíba, no Alto Parnaíba está no seu período final. Quanto às vazões, observa-se que, nas Sub-bacias do Alto Parnaíba, elas possuem pouca variabilidade sazonal, enquanto as do Médio e Baixo Parnaíba têm grande variabilidade, apresentando, em alguns postos fluviométricos, valores próximo a zero nos períodos secos, entre junho e dezembro.

Considerando as irregularidades das vazões nos rios da região, tanto temporal, como sazonal, pode-se dizer que a vazão média anual não é um parâmetro confiável para estimar a disponibilidade hídrica, sendo necessária utilização de outras ferramentas.

Para a determinação das disponibilidades hídricas em cada Sub-bacia considerou-se a vazão com 95% de garantia, adicionada das vazões regularizadas pelos reservatórios e das vazões disponíveis para uso em lagos e reservatórios, quando da existência da informação. Entre os dados disponíveis sobre vazão regularizada dos reservatórios da região estão os da Barragem Boa Esperança, no rio Parnaíba. Em Aridas/PI, foram encontradas informações sobre a disponibilidade hídrica de algumas lagoas e reservatórios, relativas ao volume anual utilizável. Essas informações, levantadas em 1995, estão defazadas. É preciso realizar um trabalho de atualização da quantificação destas reservas para cada Sub-bacia da região.

Existem na região muitas lagoas e lagos que são utilizados pela população para pesca e rizicultura. No entanto, informações quantitativas e qualitativas destes ambientes não são disponíveis ou não existem. Estudos abordando aspectos quantitativos e qualitativos destas lagoas e lagos, bem como sua relação com os aquíferos locais, serão fundamentais para as ações de gestão dos recursos hídricos.

Um fator fundamental para a região é a evaporação dos corpos de água e evapotranspiração das superfícies de solo e vegetação, principalmente na porção semi-árida, onde seus valores são muito altos, mesmo comparados com outras regiões do Nordeste. As perdas por evapotranspiração são em torno de 90% nesta região. O monitoramento das variáveis ambientais, como Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Velocidade dos Ventos, Evaporação, entre outras, é fundamental para melhorar a eficiência da utilização da água na agricultura irrigada, bem como estimar a disponibilidade hídrica em Lagoas e Reservatórios.

A região é rica em águas subterrâneas e suas demandas atuais podem ser supridas totalmente com este recurso. No entanto, vêm sendo explorada intensamente e de maneira inadequada com a construção de poços por empresas desqualificadas tecnicamente. Isso ocorre, principalmente, nas Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04 (Itaueiras) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé). A fiscalização é precária e não existem, ainda, ações concretas e efetivas de controle desta atividade na região.

Em toda a região, a qualidade da água, tanto superficial como subterrânea, tem sido degradada, ou pela falta de saneamento básico e/ou pela utilização inadequada de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura. Os dados de qualidade da água na região são muito escassos e não existe um sistema de monitoramento eficaz e contínuo para se avaliar a situação dos corpos hídricos, visando o seu enquadramento conforme Resolução do Conama n.º 357/2005.

Ainda quanto à qualidade da água na região do Alto Parnaíba, existe a necessidade de uma avaliação sobre o grau de poluição da água por agrotóxicos utilizados na agricultura, bem como de nutrientes como o fósforo e nitrogênio identificando qual a contribuição da atividade agrícola para o aporte deste material aos corpos hídricos.

### ***Principais biomas e ecossistemas***

A Região Hidrográfica do Parnaíba possui uma heterogeneidade natural em função dos biomas existentes, com áreas de Cerrado, Caatinga, Costeiro e transição entre Caatinga-Cerrado e Caatinga-Amazônia. A região é bem representada em termos de Unidades de Conservação, possuindo alguns Parques Nacionais, Estação Ecológica, Área de Proteção Ambiental (APAs), Reservas Particulares e dois Corredores Ecológicos (Caatinga e Jalapão). No entanto, existe deficiência de fiscalização e controle de desmatamentos, queimadas e invasões nestas áreas.

### ***Caracterização do solo, seu uso e ocupação***

Os solos na região são os Latossolos, que apresentam boa fertilidade e são propícios para a agricultura. Os principais usos são para a pecuária, agricultura e urbanização. O cultivo da soja no Cerrado vem se expandindo na região, representando uma das principais economias dos Estados do Piauí e Maranhão. No entanto, algumas práticas inadequadas de manejo do solo associadas aos tipos de solos e características hidrológicas provocam erosão, ocasionando o assoreamento dos cursos de água, observado na calha do rio Parnaíba.

### ***Evolução sociocultural***

Na maioria dos Municípios da região a população está em torno de 20 mil habitantes. Observa-se uma forte concentração populacional nas Sub-bacias Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), com destaque aos Municípios de Teresina e Parnaíba, os mais populosos da região. Em quase todas as Sub-bacias, a população urbana supera a população rural, sendo a única exceção a Sub-bacia Parnaíba 05 (Piauí/Canindé).

A Sub-bacia Parnaíba 01 (Balsas) apresenta a maior taxa de crescimento entre 1991 e 2000, em especial no Município de Balsas, onde se concentra a riqueza gerada pela atividade agrícola na região, o que atrai migrantes em busca de oportunidades de trabalho.

O IDH da região aumentou entre 1991 e 2000, passando de baixo desenvolvimento para desenvolvimento médio, indicando melhoria no grau de escolaridade e longevidade.

Quanto ao IDH Renda, este permaneceu em baixo desenvolvimento. O índice de Gini, que mede a distribuição de renda, ao contrário do IDH, aumentou em todas as Sub-bacias, indicando aumento da concentração de renda, apesar do aumento da renda *per capita* da população.

Outro fator preocupante é o aumento do percentual de renda das pessoas originadas de transferências governamentais e diminuição da renda oriunda do rendimento do trabalho. Isto pode significar falta de investimentos privados na região e aumento do desemprego, demonstrando a forte dependência da região quanto aos repasses públicos.

As principais atividades econômicas na região são a pecuária (ovinos, caprinos e aves), agricultura (arroz e soja), extrativismo vegetal (Carnaúba) e produção de leite e mel. A indústria é pouco representativa. No Alto Parnaíba se concentram as atividades agrícolas, enquanto que a pecuária e a produção de mel e leite predominam no Baixo e Médio Parnaíba.

A atividade industrial está concentrada nas proximidades de Teresina, entre as Sub-bacias 06 (Poti/Parnaíba) e Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), apesar de algumas unidades industriais nas Sub-bacias Parnaíba 01 (Balsas) e Parnaíba 02 (Alto Parnaíba). A atividade de carcinocultura se concentra no Baixo Parnaíba em regiões de mangues e apicuns. A rizicultura é comum na região, principalmente na sua porção oeste, ao longo do Estado do Maranhão. O extrativismo vegetal predomina na Sub-bacia Parnaíba 07 (Longá/Parnaíba), com a exploração da Carnaúba.

Com relação aos serviços públicos, houve um crescimento entre 1991 e 2000 em todas as Sub-bacias, destacando o crescimento dos serviços de fornecimento de energia elétrica. Apesar do crescimento, os índices continuam baixos, principalmente os de abastecimento de água, com percentuais em torno de 40% de unidades com rede de água, com exceção dos Municípios mais populosos, como Teresina e Parnaíba. Os piores índices são os de coleta de esgoto, com valores em torno de 9% de unidades com coleta, à exceção da região de Crateús, no Ceará, onde os índices são de 16% a 27% de unidades residenciais.

Os serviços de coleta de lixo estão em torno de 15% de unidades domiciliares atendidas, em quase toda a Região

Hidrográfica, com destaque aos Municípios polarizadores como Balsas, Picos, Floriano, Crateús, Parnaíba e Teresina, com índices em torno de 80%.

No entanto, o fato de possuir coleta de esgoto ou lixo, não significa que estes estão sendo tratados e dispostos adequadamente na região, evitando a contaminação dos corpos de água. Ações institucionais são fundamentais na região para a melhoria das condições sanitárias, desde investimentos em sistemas de coleta e tratamento de resíduos líquidos e sólidos até campanhas permanentes de conscientização.

Um indicativo da precariedade do saneamento básico é a ocorrência de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias, em função do uso da água contaminada por vetores da hepatite, esquistossomose, cólera, entre outras. A região do Baixo Parnaíba apresenta os maiores índices de óbitos desta natureza. Ali se concentra o maior contingente populacional, mas os sistemas de coleta de esgotos e distribuição de água são precários.

Um aspecto que chama a atenção é a morbidade por doenças do sistema circulatório que supera a maioria dos casos de óbitos na região, apresentando o maior índice na Sub-bacia do Alto Parnaíba. Este fato pode estar relacionado ao manejo inadequado de agrotóxicos pelos agricultores da região. No entanto, é uma hipótese que precisa ser investigada com mais cuidado.

### ***Desenvolvimento econômico regional e usos da água***

As principais demandas de água na região são para o abastecimento humano, irrigação e dessedentação de animais.

De maneira geral a região possui boa disponibilidade hídrica, tanto superficial, como subterrânea, sendo suficiente para garantir a demanda atual. O balanço demanda e disponibilidade hídrica superficial aponta uma situação Excelente em quase todas as Sub-bacias, com exceção das Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia) e Parnaíba 05 (Piauí/Ca-nindé), que apresentam condição Confortável. Quanto ao critério Demanda/Vazão Média Anual, todas as Sub-bacias apresentam condição Excelente. O balanço demanda e disponibilidade de água subterrânea, aponta suficiência para garantir as demandas atuais.

Em toda a região, predominam os usos da água para fins domésticos e lançamento de efluentes. No Alto Parnaíba existe também o uso da água para a navegação e para a geração de energia elétrica. No Médio Parnaíba, o uso em potencial é para a irrigação e a indústria, nas proximidades de Teresina. Na Sub-bacia Baixo Parnaíba a água é utilizada para a irrigação, pesca, carcinocultura e turismo.

### ***Histórico dos conflitos pelo uso da água***

Os principais conflitos que existem na região são entre a navegação com a geração de energia elétrica no rio Parnaíba e a pesca com a rizicultura, nas lagoas. Neste caso, as ações de gestão são suficientes para resolver os conflitos de maneira racional.

### ***A implantação da política de recursos hídricos***

Todos os Estados integrantes da Região Hidrográfica já possuem suas leis de recursos hídricos. Há situações em estágio mais avançado, com a criação de comitês de bacias e sistemas de outorga implantados, como no Ceará. No Piauí e no Maranhão, há processos de implantação dos instrumentos de gestão.

Sendo o rio Parnaíba de domínio da União, a outorga vem sendo fornecida pela ANA. No Piauí, foi criado o Comitê do Açude Bocaina como organismo colegiado local.

### ***Análise de conjuntura***

Os principais problemas com os usos exclusivos da água na região são a degradação da qualidade da água pelo uso exclusivo de lançamento de efluentes e a dificuldade de implantação de uma hidrovía em função da construção do reservatório Boa Esperança.

Os principais conflitos e problemas com os usos da água são a degradação da qualidade da água devido o lançamento de efluentes, além do manejo inadequado de insumos agrícolas. O uso inadequado do solo provoca o assoreamento dos corpos de água, principalmente no rio Parnaíba. Existem conflitos entre a navegação e a geração de energia elétrica e a exploração inadequada dos aquíferos, principalmente nas Sub-bacias Parnaíba 03 (Gurguéia), Parnaíba 04

(Itaueiras) e Parnaíba 05 (Piauí/Canindé) e, nas lagoas, há conflitos entre rizicultores e pescadores. A carcinocultura degrada os mangues do Delta do Parnaíba.

Alguns projetos e programas relacionados aos recursos hídricos estão em execução na região: Planap/Codevasf, Proágua, PAN-Brasil, Fome Zero, ZEE Baixo Parnaíba, entre outros. No caso do Planap/Codevasf, é fundamental a interseção entre as suas áreas de atuação com as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Parnaíba, de forma a compatibilizar as ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos com as ações da Codevasf na região.

No Alto Parnaíba, a vocação regional e os usos da água, voltam-se para a agricultura de sequeiro, atividade que utiliza a água precipitada e não depende de irrigação, apesar de existirem algumas propriedades que utilizam desta prática. Mas a principal utilização da água para esta atividade é a navegação, nos rios Parnaíba e Balsas, para o escoamento das safras de soja e arroz. O transporte hidroviário diminui os custos com o escoamento das safras para os portos da região.

No Médio Parnaíba, a vocação principal é a pecuária, na Sub-bacia do Piauí Canindé, principalmente de ovinos e caprinos, enquanto que na Sub-bacia Parnaíba 06 (Poti/Parnaíba) a vocação é para atividades industriais e extrativistas, na sua parte baixa, próximo à Teresina, e agrícola, com irrigação em sua parte alta, próximo a Crateús. A agricultura irrigada é uma prática que vem crescendo nesta região em virtude das baixas precipitações e solos com boa fertilidade.

No Baixo Parnaíba existem várias atividades, já que a Sub-bacia mais populosa. As atividades vão desde a agricultura irrigada, atividade industrial, extrativismo, pesca, turismo, rizicultura e carcinocultura. As atividades que mais utilizam água são as de rizicultura, que ocorre nas lagoas, de carcinocultura, que utiliza os mangues do Delta do Parnaíba, e a de irrigação de hortaliças e frutas.

### ***Análise da lista de atores e variáveis***

As cinco variáveis mais relevantes para a região são os *Eventos Hidrológicos Críticos, o Clima, Investimento em Infra-Estrutura, Enquadramento dos Corpos de água e a Exis-*

*tência de Planos de Recursos Hídricos*, todos com alto grau de intensidade, impacto e incertezas. Os eventos hidrológicos críticos estão associados ao clima da região: ocorrem secas ou cheias, e seu impacto depende muito de infraestrutura hídrica existente e da forma de ocupação da terra, fatores extremamente importantes para a região.

A infraestrutura de saneamento básico na região é precária e repercute sobre a qualidade da água, sendo perceptível pelos atores sociais, justificando assim a relevância do enquadramento dos cursos de água. A existência de planos de recursos hídricos é considerada relevante, uma vez que eles traçarão as diretrizes para a infraestrutura hídrica, para o enquadramento dos cursos de água e para a gestão dos recursos hídricos na região.

Interessante notar, com relação aos atores sociais, a relevância dos *Empresários do Ramo Imobiliário Ribeirinho e Estuarino*, demonstrando novamente a preocupação com a ocupação da terra, principalmente nas margens dos rios e na região do Delta do Parnaíba. Outros atores mais relevantes são as *Empresas de Energia Elétrica*, *Empresários da Indústria do Turismo* e *os Infratores*, com tendência de aumento da potência.

### ***Questões prioritárias, programas e diretrizes***

Durante o Seminário Regional do Parnaíba foram definidas questões prioritárias para a região, bem como programas e diretrizes. Com relação à gestão dos recursos hídricos, houve uma grande preocupação com o fortalecimento institucional, principalmente com relação à capacitação dos recursos humanos. Quanto ao meio ambiente, a maior preocupação foi com os recursos hídricos subterrâneos, que vêm sofrendo degradação, tanto em termos de qualidade, quanto de quantidade. Também houve preocupação com o desmatamento da mata ciliar e do assoreamento dos rios e reservatórios. Já em termos de usos múltiplos, a maior preocupação foi com o setor de saneamento, haja vista a precariedade em que se encontra a coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e líquidos na região. Para cada questão prioritária foram traçados programas e diretrizes, base para o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e guia para as ações relacionadas aos recursos hídricos na região.



Foto: Banco de Imagens da Codevasf (Delta do Parnaíba, PI/MA)



# Referências

- Almeida, F. F. M. **O Cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências. Brasil: 1977. 7(4): 349-364
- ANA. Agência Nacional de Águas. **A navegação interior e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Brasília: 2005. 57p.
- \_\_\_\_\_. **Diagnóstico hidro-ambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Poti e Longá** (versão 1.0 – Preliminar). Brasília: 2004. 36p.
- \_\_\_\_\_. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: 2005. 134p.
- \_\_\_\_\_. **Gestão dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Poti e Longá. Relatório Final: Subgrupo 1: Hidrologia**. Brasília: 2004. 93p.
- \_\_\_\_\_. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: 2005. 80p.
- \_\_\_\_\_. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: 2005. 177p.
- Aridas/PI. **Tema 3: Proposta de conservação de recursos hídricos e de meio ambiente do Estado do Piauí**. Piauí: 1995. 70p.
- CABY, R., SIAL, A.N., ARTHAUD, M. & VAUCHEZ, A. *Crustal evolution and the Brasiliano orogeny in Northeast Brazil*. In: **The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives** (Dallmeyer, R.D. & Lécorché, J.C.P.L., eds). Springer Verlag, Berlin: 1991. 373-397.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., FERNANDES, A.G.. **The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil**. *Edinburgh Journal of Botany*. Edinburgh: 1998. Vol.55, n.3, pp.455-72.
- CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y., SHEPHERD, G.J.. **How rich is the woody flora of Brazilian cerrados?** *Annals of the Missouri Botanical Garden*. Saint Louis: 1999. Vol.86, n.1, pp.192-224
- CASTRO, A.A.J.F. **Cerrados do Brasil e do Nordeste: considerações sobre os fatores ecológicos atuantes, ocupação, conservação e fitodiversidade**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza: abr./jun de 1996. vol.27, n.2, pp.183-205
- \_\_\_\_\_. *Cerrados do Brasil e do Nordeste: produção, hoje, deve também incluir manutenção da biodiversidade*. In: Benjamin, A.H.; SÍCO-LI, J.C.M. (eds.). **Agricultura e meio ambiente**. São Paulo: IMESP, 2000. pp.79-87
- Chesf. Companhia de Hidroeletricidade do rio São Francisco. **Inventário hidrelétrico da Bacia do Rio Parnaíba: Relatório Condensado**. Brasília: 2003. 50p.
- CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba – Planap. Relatório Preliminar**. Brasília: 2005, 74p.
- \_\_\_\_\_. **Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba – Planap. Análise multitemporal de uso da terra na macrorregião de desenvolvimento do cerrado: Anos 2001 /2003**. Brasília: 2005. 103p.
- \_\_\_\_\_. **Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba – Planap. Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Brasília: 2005. CD-ROM
- \_\_\_\_\_. **Caracterização do Vale do Parnaíba**. Disponível em: [http://www.codevasf.gov.br/menu/os\\_vales/vale\\_do\\_parnaiba](http://www.codevasf.gov.br/menu/os_vales/vale_do_parnaiba). Acesso em 14.nov.2005.
- \_\_\_\_\_. **Plano de Ação para a Bacia do Rio Parnaíba – Planap. Banco de Dados**. Brasília: 2005. CD-ROM
- Conama. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. 23p.
- CPRM. Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais. Geologia Básica. Mapas Digitais: Geológicos, Metalogenéticos, Hidrogeológicos. **Projeto Caxias. Folha Caxias SB.23-X-B. Estados do Piauí e Maranhão**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/geo/relpopup.htm>.
- \_\_\_\_\_. **Projeto Jaguaribe SW. Folha Jaguaribe SW SB.24-Y. Estados: Ceará, Pernambuco e Piauí**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/geo/relpopup.htm>
- \_\_\_\_\_. **Projeto Curimatá. Folha Curimatá/ Corrente\*/ Xique-Xique\*. SC.23-Z-A/Y-B\*/Z-B\*. Estados: Bahia e Piauí**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/geo/relpopup.htm>



- DINERSTEIN, E.; OLSON, D.M.; GRAHAM, D.J.; WEBSTER, A.L.; PRIMM, S.A. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. The World Bank. Washington, DC, USA: 1995.
- FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Recursos Hídricos na Bacia do Atlântico – Vertente Norte/Nordeste**. Volume V. Rio de Janeiro: 1998.
- FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. Companhia Editora Nacional. São Paulo: 1971.
- GÓES, A.M.O. e FEIJÓ F.J. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobrás. Brasil: 1994. 8 (1), p. 57-67.
- HIDROWEB. **Base de dados hidrológicos**. Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>
- Ibama. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. **Ecosistemas Brasileiros**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável – Dimensão ambiental – Terra**. Brasil: 2004. pp. 31-84
- \_\_\_\_\_. **Malha municipal digital do Brasil: Base de Informações Municipais 4**. Brasil: 2003.
- \_\_\_\_\_. **Mapas interativos**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br>. Acesso em: 21.nov.2005.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Ecorregiões Aquáticas do Brasil**. Brasília: v 1.0, março/2005. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Políticas Públicas para o Desenvolvimento Sustentável. **Projeto-Piloto Zoneamento Ecológico-Econômico do Baixo Rio Parnaíba – 1a Aproximação**. Brasília: 2005. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. **Ecosistemas Aquáticos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/srh/pnrh/document/docbase/panset/doc/ecossis.doc>
- \_\_\_\_\_. **Banco de Dados: Cenários para o bioma Caatinga**. Brasília: 2004. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Documento Base de Referência**. Brasília: 2003. Cap. 5, p. 125-282.
- \_\_\_\_\_. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Canindé/Piauí, no Estado do Piauí – Tomo I – Diagnóstico**. Vol. 10. Cap. 2. Piauí: 2000. 46p.
- \_\_\_\_\_. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos rios Canindé/Piauí, no Estado do Piauí – Tomo I – Diagnóstico**. Vol. 2. Cap. 2. Piauí: 2000a. 76p.
- MT. Ministério dos Transportes. **Informações detalhadas sobre o Rio das Balsas**. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detriobalsas.htm>
- PNRH. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Informações: Região Hidrográfica do Parnaíba. I Reunião com consultores regionais**. Brasília: v 1.1, junho/2005. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. **Informações: Regiões Hidrográficas (Informações Complementares). I Reunião com consultores regionais**. Brasília: v 1.1, julho/2005a. CD-ROM.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2004**. Lisboa: 2004. 285p.
- SALVIANO, A. A. C., LIMA, M. G., et al. *Produção de fitomassa de leguminosa em área degradada, em Gilbués, PI*. In: **Resumo do Projeto e das Atividades do NUPERAD em Gilbués-PI**. Governo do Estado do Piauí. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Semar. Piauí: Set/2005. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_. *Recuperação de área degradada com práticas vegetativas, em Gilbués, PI*. In: **Resumo do Projeto e das Atividades do NUPERAD em Gilbués-PI**. Governo do Estado do Piauí. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar). Piauí: Set/2005. CD-ROM.
- Semar/ANA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí/Agência Nacional de Água. **Atlas do abastecimento de água do estado do Piauí – Abastecimento de sedes municipais com menos de 5 mil habitantes. Resumo Executivo**. Teresina: 2005. 38p.
- SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí. **II Seminário sobre Desenvolvimento Sustentável dos Cerrados no Piauí**. Teresina: 2004.
- SRH-CE. Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará. **Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos: FASE I – Elaboração do diagnóstico, dos estudos básicos e dos estudos de viabilidade do eixo de integração da Ibiapaba**. Fortaleza: 2000. 243p.
- \_\_\_\_\_. **Comitês de Bacias**. Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br/comites.asp>





DÉCADA BRASILEIRA  
DA ÁGUA  
2005-2015

Apoio:



Patrocínio:



Realização:

Ministério do  
Meio Ambiente

