

5 – CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA HÍDRICA NO ESTADO DA PARAÍBA

5.1 – Potencialidade, Disponibilidade e Capacidade de Armazenamento Potencial

Define-se potencial fluvial como a vazão natural anual média de um rio ou aquífero, medida ou gerada, em sua foz ou embocadura, ou em um ponto qualquer de seu curso controlado por postos ou estações hidrométricas.

Nos diversos planos diretores já realizados nas bacias hidrográficas do Estado Paraibano, as séries de vazões foram geradas a partir de modelos hidrológicos chuva-vazão, que transformam séries longas disponíveis de chuva em séries pseudo-históricas de vazões mensais. Os modelos utilizados foram calibrados e validados, sobre dados das estações fluviométricas. Na Tabela 16 estão listados os postos fluviométricos considerados e os períodos utilizados para calibração e validação. Os modelos chuva-vazão apresentados no quadro abaixo foram descritos em cada plano diretor, os quais apresentam detalhadamente as formulações, equações e modos de utilização destes modelos.

Tabela 17 – Modelos chuva-vazão utilizados nos Planos Diretores por bacia, sub-bacia e região hidrográfica do Estado da Paraíba.

Bacia hidrográfica	Modelo hidrológico	Estudos	Postos fluviométricos	Períodos de observações
<i>Bacia do Rio Piranhas</i>				
<i>Região do Alto Piranhas</i>	MODHAC	Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piancó e Alto Piranhas - 1997	Piancó	1964 a 1985
<i>Região do Médio Piranhas</i>	Tank Model	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu - 2000	Emas	1964 a 1971 e 1987 a 1991
<i>Sub-bacia do Rio Peixe</i>	Tank Model	Plano Diretor da Bacia do Rio do Peixe - 1996	Antenor Navarro Aparecida	1930/31 a 1932/33 1985/86 a 1989/90
<i>Sub-bacia do Rio Piancó</i>	MODHAC	Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piancó e Alto Piranhas - 1997	Piancó	1964 a 1985
<i>Sub-bacia do Rio Espinharas</i>	Tank Model	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu - 2000	Serra Negra do Norte	1941 a 1957
<i>Sub-bacia do Rio Seridó</i>	Tank Model	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu - 2000	Boqueirão de Parelhas (setor leste) Serra Negra do Norte (setor oeste)	1935 a 1956 (setor leste) 1941 a 1957 (setor oeste)
<i>Bacia do Rio Paraíba</i>	Tank Model	Plano Estadual e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - 1994	Poço de Pedras	1970 a 1975
<i>Bacias dos Rios Jacu e Curimataú</i>	Tank Model	Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jacu e Curimataú - 2000	Fazenda Alagamar	1979 a 1989
<i>Bacia do Rio Gramame</i>	AÇUMOD	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gramame - 2000	Mumbaba Mamuaba	1972 a 1977 1972 a 1977

Com relação às demais bacias do Estado que não constam na Tabela 17 (bacias dos rios Abiaí, Camaratuba, Guaju, Mamanguape, Miriri e Trairi), seus Planos Diretores não foram ainda elaborados.

Para as bacias que não possuem Planos Diretores, a potencialidade fluvial foi estimada a partir dos deflúvios médios, calculados das vazões médias consistidas pela Agência Nacional de Águas (ANA) no posto fluviométrico mais representativo da bacia hidrográfica, aos quais foram acrescentados os valores ativados da potencialidade a montante do posto. Para estimar estas potencialidades ativadas, consideraram-se os valores efetivamente bombeados pela CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - para o abastecimento humano e industrial, no ano de 1996, disponíveis nos Estudos de Diagnóstico do Estado da Paraíba (SCIENTEC, 1996 e 1997), aos quais foram acrescentadas: as estimativas de uso da água para irrigação; as estimativas de perdas por evaporação; e, 80% da capacidade dos pequenos reservatórios que não regularizam nada, porém armazenam certa quantidade de água.

As potencialidades das bacias dos Rios Abiaí e Miriri foram estimadas considerando a mesma vazão específica obtida para a bacia do Rio Gramame, devido as semelhanças entre as bacias, possibilitando a regionalização das vazões. Na bacia do Rio Camaratuba, onde não existem informações, uma média ponderada pelas áreas do Agreste e do Litoral permitiu calcular a potencialidade com as vazões específicas encontradas na bacia do Rio Mamanguape. As potencialidades das bacias dos Rios Guaju e Trairi foram estimadas com as vazões específicas dos rios Camaratuba e Curimataú, respectivamente.

Quanto ao potencial de água subterrânea, este é dado pela vazão de base dos rios que compõem uma bacia hidrográfica ou pela quantificação dessa vazão na foz do rio principal. O potencial ativado é quando ocorre a intervenção do homem, através da construção de açudes, poços, etc. Relativamente às águas subterrâneas, o potencial ativado corresponde ao somatório das vazões de exploração dos poços, em regime teórico de 24/24 horas, nos 365 dias do ano. O índice de ativação do potencial (IAP), expressa a relação entre o potencial ativado e o potencial, variando de 0 a 1.

Além do potencial, os aquíferos possuem outro contingente de recursos hídricos que, ao contrário do potencial, não é anualmente renovável: a reserva de água subterrânea. Para o Sistema Aluvial inexistem quaisquer obstáculos à exploração de suas reservas, sendo arbitrado, por questão de segurança, que se explore apenas 1/3 do seu volume.

As potencialidades superficiais constantes nesses diversos planos e, aquelas obtidas conforme metodologia acima explicada estão mostradas na Tabela 17. Esta Tabela ainda apresenta o potencial de água subterrânea por bacia hidrográfica, o correspondente potencial ativado, além dos sistemas aquíferos responsáveis pelo escoamento de base nas bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas controladas pelos postos hidrométricos disponíveis, juntamente com suas reservas subterrâneas exploráveis.

DISPONIBILIDADE HÍDRICA E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO

A disponibilidade hídrica constitui a parcela da potencialidade ativada pela ação do homem para o seu aproveitamento. No caso das disponibilidades de água subterrânea, estas são iguais à diferença entre o seu potencial e as demandas naturais, aí incluídas as perdas por evaporação, com todas essas variáveis quantificadas em termos de vazão.

Tabela 18 – Potencial Superficial e Subterrâneo, Potencial Ativado de Água Subterrânea, Índices de Ativação (IAP), Reservas Subterrâneas Exploráveis e Sistemas Aquíferos por bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas paraibanas

Sub-bacia, Bacia ou Região Hidrográfica	Potencial Superficial (hm ³ /ano)	Potencial Subterrâneo (hm ³ /ano)		Índice de Ativação do Potencial - Subterrânea (IAP)	Reservas Subterrâneas Exploráveis (hm ³ /ano)	Sistemas Aquíferos Participantes
		Subterrâneo	Ativado			
Bacia do Rio Piranhas	1.817,74	108,11	16,462	0,152	100,30	Aluvial e Rio do Peixe
Região do Alto Piranhas	246,93	9,490	0,212	0,022	13,26	Aluvial e Rio do Peixe
Região do Médio Piranhas	143,49	7,030	1,494	0,213	25,56	Aluvial
Sub-Bacia do Rio Peixe	425,42	7,680	11,170	1,454	2,17	Aluvial e Rio do Peixe
Sub-Bacia do Rio Piancó	713,03	62,070	1,550	0,025	41,51	Aluvial
Sub-Bacia do Rio Espinharas	146,96	9,650	1,800	0,187	11,07	Aluvial
Sub-Bacia do Rio Seridó	141,91	12,190	0,236	0,019	6,73	Aluvial
Bacia do Rio Paraíba	994,33	189,530	121,500	0,641	22,46	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Sub-Bacia do Rio Taperoá	114,16	7,000	0,200	0,029	5,13	Aluvial
Região do Alto Paraíba	203,09	17,770	0,500	0,028	14,50	Aluvial
Região do Médio Paraíba	147,59	19,730	0,800	0,041	1,83	Aluvial
Região do Baixo Paraíba	529,49	145,030	120,000	0,827	1,00	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Jacu	47,30	4,500	0,520	0,116	0,80	Aluvial e Serra do Martins
Bacia do Rio Curimataú	80,73	11,000	0,764	0,069	2,60	Aluvial e Serra do Martins
Bacia do Rio Gramame	299,59	106,85	89,660	0,839	Não Exploráveis	Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Abiaí	343,74	61,510	2,420	0,039	Não Exploráveis	Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Miriri	222,01	51,560	13,200	0,256	Não Exploráveis	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Mamanguape	555,03	57,250	9,700	0,169	4,00	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Camaratuba	104,07	61,930	4,320	0,070	Desconhecidas	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Guaju	2,52	-	-	-	Não exploráveis	Aluvial e Paraíba-Pernambuco
Bacia do Rio Trairi	15,77	-	-	-	Desconhecidas	Aluvial e Serra do Martins
TOTAL	4.482,84	652,240	258,546	0,396		Todos os sistemas acima referidos

A disponibilidade hídrica superficial máxima representa, em volume ou vazão, a maior fração do potencial fluvial que pode ser disponibilizada para uso. Albuquerque e Rêgo (1998) têm estimado a disponibilidade máxima como 60% do potencial. Entretanto, a disponibilidade máxima adotada para as bacias do Rio Piranhas, do Rio Paraíba e do Jacu e Curimataú será de 40% do potencial fluvial, devido estas bacias se encontrarem na região semi-árida. Para as bacias que abrangem a região de transição entre o litoral e o semi-árido paraibano (bacias do Rio Mamanguape e de Camaratuba), será adotado o percentual de 50%. Quanto as águas subterrâneas, as disponibilidades máximas foram arbitradas em 60% do potencial. No caso dos aquíferos aluviais situados na região semi-árida do Estado, as disponibilidades máximas têm como limite o potencial desse sistema, ao qual se acrescenta 1/3 de suas reservas.

A determinação das disponibilidades hídricas dos açudes das bacias hidrográficas do Estado foi realizada através de simulações utilizando-se o *software* CADILAC, desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba por Silans. Neste modelo, a rede hidrográfica é desenhada sinteticamente, sob a forma de uma rede de fluxo, permitindo o traçado das conexões entre os açudes da bacia hidrográfica em questão.

As séries de vazões pseudo-históricas utilizadas nas simulações do CADILAC foram geradas pelo Modelo MODHAC, no período de 1933 a 1989, para a bacia do Rio Piranhas; de 1962 a 1990, para as Regiões do Alto e Médio Paraíba; e, de 1932 a 1988, para a bacia do Rio Mamanguape. No caso da bacia do Rio Taperoá, foram utilizadas as vazões naturais nos açudes da bacia, geradas pelo modelo AÇUMOD, o qual também gerou as vazões da bacia hidrográfica do Rio Gramame, para o período de 1972 a 1988.

Os açudes Epitácio Pessoa, Campos, Poções, Sumé, Engenheiro Arcoverde, Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Lagoa do Arroz e Santa Luzia, tiveram seus valores obtidos do Relatório Técnico: Avaliação das Disponibilidades Hídricas de Reservatórios do Estado da Paraíba (DNOCS, 2004) e para o açude de Mucutu os valores foram obtidos do Relatório de Avaliação das Disponibilidades Hídricas do Reservatório (SEMARH, 2005), por se tratarem de estudos de referência no Estado. Em ambos os estudos a metodologia utilizada para a determinação das disponibilidades hídricas foi o método do balanço hídrico do reservatório integrado, com o uso do modelo MODSIM P32. As séries pseudo-históricas de vazões utilizadas nas simulações foram geradas pelo modelo MODHAC, com exceção dos Açudes Santa Luzia e Mucutu, cujas vazões foram geradas pelo Modelo Tank-Model. As disponibilidades hídricas dos açudes e suas respectivas garantias encontram-se em Anexo.

Para as bacias em que não há dados fluviométricos disponíveis, a disponibilidade hídrica dos açudes das bacias hidrográficas foi calculada como 25%, número esse médio encontrado em várias simulações feitas, da capacidade de armazenamento dos açudes com poder de regularização, não podendo essa disponibilidade ser referida a uma garantia ou risco. Essa metodologia foi adotada para a bacia do Rio Camaratuba e região do Baixo Curso do Rio Paraíba. As bacias do Miriri, Abiaí, Guaju e Trairi não possuem informações.

No caso das bacias hidrográficas apresentando parte do curso do seu rio principal perene, uma disponibilidade a fio d'água também foi acrescentada. Ela corresponde a 90% da Q_{90} (vazão cuja probabilidade de superação é de 90%), de acordo com o Decreto Estadual nº 19.260/97, extraída da curva de permanência das vazões geradas pelo modelo ou medidas nos postos fluviométricos representativos.

A capacidade de armazenamento dos açudes foi estimada para os micro e pequenos açudes baseando-se numa metodologia proposta por Molle (1994) e adotada nos planos diretores de bacia do Estado da Paraíba. A disponibilidade hídrica atual dos pequenos açudes foi

considerada como 40% da água por eles armazenada anualmente. Tendo em vista a alta densidade dos micro e pequenos açudes na região semi-árida do Estado, esta disponibilidade hídrica foi também considerada como a máxima.

A Tabela 18 mostra os resultados das disponibilidades superficiais máximas e atuais por bacia, sub-bacia e região hidrográfica do Estado da Paraíba, além dos totais quando somados aos recursos hídricos subterrâneos. Na tabela ainda consta a disponibilidade dos micros e pequenos açudes, que não tem poder de regularização e o índice IAD (Índice de Ativação de Disponibilidades), que é dado pela razão entre as disponibilidades atuais e as disponibilidades máximas, o qual será analisado posteriormente.

5.2 – EFICIÊNCIA DOS USOS DOS AÇUDES

A avaliação da eficiência dos usos dos açudes foi efetuada com o objetivo de orientar a criação de cenários visando o planejamento do uso dos recursos hídricos disponíveis. Foram analisadas três questões: (1) as restrições de uso nos açudes em função da qualidade das águas; (2) a eficiência do uso dos açudes com poder de regularização no que tange às perdas por evaporação e à garantia associada a uma vazão regularizável; e (3) a eficiência sócio-econômica dos pequenos açudes, tendo em vista o seu papel social importante contraposto às perdas consideráveis de água que provocam na bacia hidrográfica.

As restrições de uso foram mapeadas por açudes e por bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas. Estas permitiram estabelecer regiões do plano, quando os fatores restritivos ao uso dos açudes poderiam limitar ou orientar as estratégias de desenvolvimento.

O uso eficiente dos açudes com poder de regularização foi analisado e discutido em referência a três indicadores: o indicador de operação dos reservatórios (IOP); o indicador de perdas por evaporação (IPE); e o indicador de perdas por sangramento (ISG). Os cálculos efetuados mostraram, em certas regiões, a necessidade premente de se instalar um sistema eficiente de gestão dos recursos hídricos, baseado no incentivo aos usos múltiplos e à operação otimizada dos reservatórios. De qualquer forma as perdas por evaporação e por sangramento dos açudes são, na região semi-árida, muito elevadas.

A eficiência dos pequenos açudes foi observada, não do ponto de visto hidráulico, mas do ponto de vista do benefício sócio-econômico. Percebeu-se que, se de um lado, o pequeno açude é “socialmente justo” por difundir espacialmente a água, de modo bastante equitativo, ele traz prejuízos para a comunidade da bacia hidrográfica, em geral. A relação entre benefícios e prejuízos deve ser avaliada corretamente e deve-se utilizar técnicas e tecnologias que vêm aumentar os benefícios dos pequenos açudes para que o seu papel social no meio rural continue sustentável. Os micros e pequenos açudes representam um potencial significativo de armazenamento de água na bacia hidrográfica. Este armazenamento é distribuído no espaço e as suas águas são utilizadas para o abastecimento humano rural, o abastecimento animal e a pequena irrigação de salvação. A sua taxa de evaporação, muito elevada, não permite assegurar continuidade nestes usos, já que eles secam muito rapidamente. Ao mesmo tempo, estes micro e pequenos açudes modificam bastante a paisagem na bacia hidrográfica, a ponto de intervir significativamente no ciclo hidrológico e na vazão regularizável dos açudes de maior porte, geralmente localizados mais a jusante. A partir de uma análise dos múltiplos usos possíveis nos açudes e dos conflitos entre estes usos, foram traçadas diretrizes para uma maior eficiência no uso destes micro e pequenos açudes.

Tabela 19 – Disponibilidades Superficiais e Subterrâneas (em m³/s) e Índices de Ativação da Disponibilidade (IAD) por bacia, sub-bacia ou região hidrográfica. A disponibilidade dos açudes corresponde às vazões regularizáveis com 100% de garantia.

Bacia/Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidades Máximas (hm ³ /ano)			Disponibilidades Atuais (hm ³ /ano)				IAD (Índice de Ativação da Disponibilidade)			Disponibilidade dos micros e pequenos açudes (m ³ /s)
	Superficial Fluvial	Subterrânea	Totais	Superficial (100% de garantia)	A fio d'água	Subterrânea	Total	Superficial	Subterrânea	Total	
<i>Bacia do Rio Piranhas</i>	726,90	169,28	896,18	370,69	0,00	8,73	379,43	0,51	0,05	0,42	16,81
Região do Alto Piranhas	98,71	15,32	114,03	56,45	0,00	0,11	56,56	0,57	0,01	0,50	1,69
Região do Médio Piranhas	57,40	39,08	96,48	11,98	0,00	1,25	13,23	0,21	0,03	0,14	4,95
Sub-Bacia do Rio do Peixe	170,29	9,96	180,25	18,44	0,00	5,59	24,02	0,11	0,56	0,13	1,13
Sub-Bacia do Rio Piancó	285,09	71,51	356,60	279,09	0,00	0,78	279,87	0,98	0,01	0,78	4,01
Sub-Bacia do Rio Espinharas	58,66	13,15	71,81	4,42	0,00	0,90	5,32	0,08	0,07	0,07	4,09
Sub-Bacia do Rio Seridó	56,76	20,26	77,02	0,32	0,00	0,12	0,43	0,01	0,01	0,01	0,95
<i>Bacia do Rio Paraíba</i>	503,63	166,24	669,87	152,95	12,61	60,75	226,31	0,33	0,37	0,34	3,66
Sub-Bacia do Rio Taperoá	45,73	12,13	57,86	5,68	0,00	0,10	5,78	0,12	0,01	0,10	0,60
Região do Alto Paraíba	81,36	32,14	113,50	80,10	0,00	0,25	80,35	0,98	0,01	0,71	1,56
Região do Médio Paraíba	58,97	21,56	80,53	62,44	0,00	0,40	62,84	1,06	0,02	0,78	0,68
Região do Baixo Paraíba	317,57	100,41	417,97	4,73	12,61	60,00	77,34	0,05	0,60	0,19	0,82
<i>Bacia do Rio Jacu</i>	18,92	4,19	23,11	5,68	0,00	0,26	5,94	0,30	0,06	0,26	0,11
<i>Bacia do Rio Curimataú</i>	32,17	9,39	41,55	7,25	0,00	0,38	7,64	0,23	0,04	0,18	0,40
<i>Bacia do Rio Gramame</i>	179,76	64,11	243,87	66,54	13,25	67,96	147,75	0,44	1,06	0,61	0,03
<i>Bacia do Rio Abiaí</i>	206,25	36,91	243,15	0,00	34,69	1,21	35,90	0,17	0,03	0,15	0,02
<i>Bacia do Rio Miriri</i>	133,08	30,94	164,02	0,00	22,08	6,60	28,68	0,17	0,21	0,17	0,17
<i>Bacia do Rio Mamanguape</i>	277,52	48,39	325,91	81,68	15,14	4,85	101,67	0,35	0,10	0,31	1,33
<i>Bacia do Rio Camaratuba</i>	52,03	37,16	89,19	0,63	10,41	2,16	13,20	0,21	0,06	0,15	0,32
<i>Bacia do Rio Guaju</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	-	-	-	0,00
TOTAL	2.130,26	566,59	2.696,85	685,42	108,48	152,91	946,50	0,37	0,27	0,35	22,84

5.3 – EFICIÊNCIA DOS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na definição da eficiência dos usos das águas subterrâneas, foi realizada uma análise da vocação sócio-econômica dos sistemas aquíferos, determinada pelas suas características quantitativas e qualitativas. Posteriormente, esta vocação foi confrontada, por sistema aquífero, com os atributos, quantitativos e qualitativos dos usos atuais. A análise dessa eficiência, realizada por sistema aquífero foi, quando possível, também realizada por unidade aquífera participante do sistema.

O abastecimento urbano e rural das populações humanas e do gado tem sido, em geral, relegado a segundo plano. Prova disso é o freqüente colapso dos sistemas de abastecimento de pequenas e médias cidades e de comunidades rurais. A perfuração de poços nos sistemas Cristalino, Rio do Peixe, Serra do Martins e, mesmo, Aluvial, tem se revelado (e continuará a ser, dos pontos de vista quantitativo e qualitativo) uma solução imediatista, que não atenta para as características da demanda populacional projetada. Esta é uma intervenção que resolve hoje e tornar-se-á obsoleta amanhã. Além disso, é uma solução temerária, na medida em que, uma exploração sistemática pode exaurir estes reservatórios subterrâneos, principalmente os de natureza fissural e/ou intempérica do Cristalino e os de porosidade intergranular da bacia do Rio do Peixe e coberturas sedimentares da formação Serra do Martins. Há uma expectativa de esgotamento de poços no Cristalino, pelas dificuldades de acumulação desses reservatórios, ainda não quantificável pela ciência hidrogeológica atual, em termos dimensionais e de hidráulica subterrânea do sistema, mas, sabidamente, modestos, com base na experiência adquirida nos últimos 50 anos.

O Sistema Cristalino tem potencial nulo, fazendo com que sua oferta repouse na exploração de suas reservas. Pelas suas características dimensionais e hidráulicas bastante fracas, traduzidas pelos valores reduzidos de vazão específica, verifica-se que a oferta d'água por poço é muito pequena, principalmente se levarmos em conta que existe uma expectativa de diminuição desta oferta com o tempo, em função das épocas de estiagens e das dificuldades de recarga impostas pelas próprias condições hidrogeológicas naturais do sistema. Qualquer que seja o sistema de abastecimento, deve primar, antes de tudo, pela segurança da oferta. Poços no Cristalino não oferecem essa segurança. Não é por outra razão que cerca de 45% dos poços perfurados no sistema estão abandonados. Por isso, esses poços não devem ser encarados como solução para os problemas de abastecimento humano do semi-árido. Por outro lado, os poços em operação, estimados em mais de 5.000, representam uma oferta de, pelo menos, 45 milhões de metros cúbicos anuais, considerando-se uma descarga, relativamente segura, por poço, de 2 m³/h, explorados em regime de 12/24 horas diárias. Esta oferta é superior à demanda atual de todo o rebanho de gado de qualquer espécie, teoricamente existente no semi-árido, estimada em, aproximadamente, 40 milhões de metros cúbicos. Como este rebanho continua a sofrer as agruras da sede, conclui-se que o uso dos recursos de água subterrânea do sistema Cristalino tem sido ineficiente, por sua sub-utilização para os fins a que, vocacionalmente, se destinam.

O Sistema Rio do Peixe tem um potencial da ordem de, apenas, 9 milhões de metros cúbicos anuais. A qualidade de suas águas apresenta restrições para consumo humano, já que mais de 70% delas apresenta salinidade superior aos índices de potabilidade exigidos pela ABNT. Mesmo assim, o Sistema é, atualmente, utilizado para o abastecimento da população rural e, principalmente, do rebanho. Ao nível atual de conhecimento, os recursos de água subterrânea desta bacia não são compatíveis com a demanda para irrigação, seja em termos quantitativos, seja em termos qualitativos. Quantitativamente, o potencial, modesto, não atende a demanda

desta atividade, muito grande na bacia, de, pelo menos 20 milhões de metros cúbicos anuais. Inclusive porque os poços perfurados apresentam, em sua maioria, baixa produção, com descargas médias de 2 m³/h.

Conclui-se, portanto, que, na escala de sistema, as suas águas têm sido usadas com uma certa eficiência, já que mais de 70% de seus poços continuam em operação. No entanto, em termos de unidade aquífera captada, há uma ineficiência de uso do potencial hídrico do Sistema, que seria melhor aproveitado, quantitativa e qualitativamente, se as captações tivessem como destino o aquífero Antenor Navarro. Há que se realçar, contudo, que isto significaria uma redução do número de captações, com reflexos no atendimento de demandas localizadas.

Relativamente ao sistema Serra dos Martins, em razão das características quantitativas de seu potencial, além de pequeno, muito fracionado (porque distribuído por várias exposições da formação), a vocação natural do sistema, composto de duas unidades aquíferas, é o suprimento de pequenas demandas. Sua oferta não é compatível com demandas como a do abastecimento urbano, relativamente grandes e crescentes. Deve-se descartar, pelas mesmas razões, a possibilidades de uso das águas do aquífero inferior na irrigação. Dessa análise, resultou a necessidade de se realizar estudos hidrogeológicos que permitam definir o potencial e as disponibilidades da unidade aquífera superior desse Sistema, a fim de que se possa determinar os seus usos mais eficientes.

O Sistema Aquífero Aluvial é o que apresenta as melhores características qualitativas e quantitativas, no domínio do semi-árido paraibano, basicamente, a área onde o sistema ocorre individualmente. Ele tem um potencial considerável em algumas bacias (Piancó e Taperoá, por exemplo) e reservas que podem ser transformadas, ao menos parcialmente, em disponibilidades, como de resto, já acontece. É preciso atentar para o fato de que este sistema tem uma expectativa de oferta que decresce com o tempo: ele atinge o seu máximo logo após as chuvas, decrescendo com o estabelecimento da estação da estiagem, de forma que, no trimestre mais seco do ano (geralmente outubro-novembro-dezembro) esta oferta é mínima. Neste mesmo período, a demanda urbana é máxima. A possibilidade de se construir poços captando o aquífero aluvial para abastecimento de cidades vai depender, pois, da confrontação entre esta oferta mínima e as demandas máximas, atuais e projetadas. Para a irrigação, contudo, este problema não existe. Desde que se trate de culturas de pequeno ciclo (3 a 4 meses) vegetativo. Nos anos secos é possível, pelo menos, assegurar a colheita da cultura de subsistência plantada no período invernos, aplicando-se a água do sistema na correção das irregularidades pluviométricas temporais, a chamada “irrigação de salvação”. Estas são as grandes vocações sócio-econômicas dos aluviões. Como isto ainda não acontece, persistindo as perdas por circulação e por evaporação, o uso do sistema tem sido inadequado e, portanto, ineficiente, a despeito de seu aproveitamento para o abastecimento urbano de algumas cidades encravadas no semi-árido paraibano. Evidentemente que os recursos de tais sistemas são, também, compatíveis com a demanda da pecuária.

O Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco é o sistema de maior e melhor potencial hídrico do Estado. Os aquíferos mais captados são: o Barreiras, os depósitos arenosos Quaternários da planície costeira (ambos integrantes do sub-sistema livre), o Beberibe Superior, também conhecido como Itamaracá, e o Beberibe Inferior, formadores do sub-sistema confinado.

Não se conhece a participação destas unidades aquíferas no potencial de cada sub-sistema e, portanto, em todo o Sistema. Portanto, não se sabe a relação entre as disponibilidades atuais e o potencial explorável de cada unidade aquífera e, conseqüentemente, desconhecem-se a eficiência e segurança dessa oferta em relação às disponibilidades e, entre estas e seus usos. O que se pode analisar é a eficiência das características construtivas de seus poços.

Os poços rasos destinam-se à captação dos horizontes aquíferos mais superiores do sub-sistema livre, contidos nas formações que constituem a planície costeira e, também, na formação Barreiras. São poços que captam espessuras saturadas irrisórias da formação (1 a 2 metros), de pequena vazão, destinados ao abastecimento da população humana de pequenas comunidades rurais e, às vezes, compondo o abastecimento de pequenas cidades, como a cidade do Conde. Em quase todos não há proteção sanitária. Portanto, a eficiência de captação é muito baixa, dificultando o uso de poços para demandas regulares e maiores.

Os poços profundos destinam-se à exploração, tanto do sub-sistema livre, quanto do sub-sistema confinado. No primeiro caso, a formação aquífera captada é, comumente, o pacote de sedimentos quaternários constituinte da planície litorânea que, na região metropolitana de João Pessoa, jaz, ora sobre a formação Barreiras, ora sobre os calcários da formação Gramame, estas últimas formações raramente penetradas por estes poços, já que, em termos de vazão, os sedimentos quaternários atendem as demandas de proprietários de pequenas granjas ou de condomínios de edifícios que os utilizam para a limpeza dos mesmos e para irrigação de plantas e jardins. Pode-se, contudo, afirmar que são poços eficientes para os fins a que se destinam.

Na captação dos aquíferos confinados, as características técnicas dos poços foram obtidas dos cadastros levantados. Temos, assim, duas categorias de poços em termos construtivos: poços captando parcela do aquífero Beberibe, às vezes, frações da formação Beberibe Superior, com profundidades variando entre 100 (cem) e 180 (cento e oitenta) metros, quando a profundidade do Beberibe, freqüentemente, ultrapassa os 300 metros; e, uma segunda categoria de poços captando toda a espessura das formações Beberibe Superior e Inferior. 1/3 (um terço) dos poços perfurados nestas formações, segundo os dados cadastrados, estão abandonados. Em termos de perdas de carga e de eficiência de poços, as empresas de perfuração raramente as quantificam através da realização de testes adequados que permitam os seus cálculos. Em consequência, as perdas de carga reais e a eficiência de poços já construídos são raramente conhecidas.

5.4 – DIAGNÓSTICO QUALITATIVO

Os dados de qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Estado, em geral, são incompletos. As principais fontes de dados de águas superficiais são: a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) e os Planos Diretores das diferentes bacias. A primeira prioriza a amostragem em açudes e os dados levantados se referem àqueles necessários para otimizar o tratamento de água para consumo humano (aspecto, cor, odor, pH, turbidez, dureza, cloretos e alcalinidade, entre os mais freqüentes), sendo totalmente limitados os dados de coliformes. A SUDEMA é o único órgão que mantém uma rede regular de coleta (freqüência mensal ou semestral) em rios (concentrados no litoral do Estado) e em poucos açudes, onde se medem vários parâmetros, não havendo informações sobre as concentrações dos compostos de nitrogênio e fósforo. Também há carências de dados sistemáticos de vazão nos rios estaduais, o que dificulta a elaboração de um mapa representativo da qualidade das águas superficiais que inclua os níveis de eutrofização e a carga orgânica, assim como não é viável calcular sua capacidade de autodepuração, por exemplo. As informações dos planos diretores se restringem aso a situações específicas e se caracterizam por informações pontuais.

Com base nos dados existentes, observa-se que, no geral, os principais inconvenientes associados ao uso múltiplo nas águas de todas as bacias do Estado se associam à salinidade (cloretos em concentrações maiores em bacias específicas – Jacu, Curimataú, sub-bacias do

Seridó, do Espinharas e do Taperoá) e à dureza devido a bicarbonatos de cálcio e de magnésio, o que limita seus usos na indústria e na irrigação e dificulta as tarefas domésticas. Essas restrições são devidas principalmente à natureza geológica da região.

Maiores deficiências existem nos dados de qualidade das águas subterrâneas, relativos a poucos poços, geralmente concentrados em algumas bacias e, em geral, apenas com dados de sólidos totais dissolvidos ou resíduo seco.

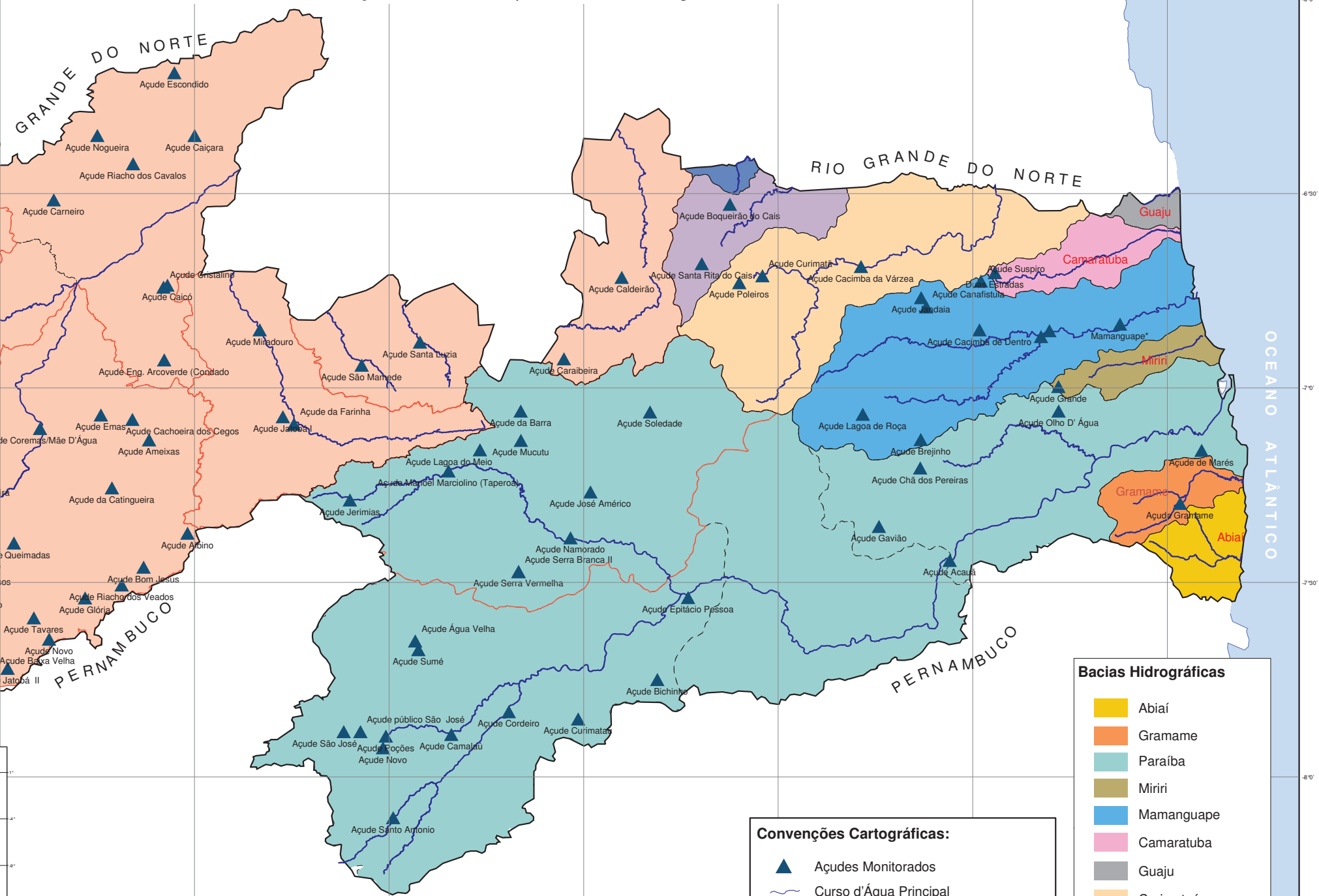
Os açudes do Estado, monitorados quanto à qualidade de água, podem ser vistos na Figura 13. Os rios monitorados e seus pontos de amostragem são apresentados na Figura 14. Os mapas apresentados nas Figuras 15 e 16 sintetizam a qualidade das águas do Estado para consumo humano, permitindo fazer uma análise comparativa entre bacias, sobre a qualidade das águas dos açudes e dos poços. A Figura 15, que apresenta a qualidade das águas superficiais, foi elaborada com dados dos açudes, por serem os mais abundantes e melhor distribuídos geograficamente.

A Figura 15 mostra que a maioria das águas é potabilizável e que as de melhor qualidade e sem restrições para esta finalidade concentram-se nas bacias do litoral, incluindo a região do baixo rio Paraíba, e na bacia do rio do Peixe (na bacia do rio Piranhas), sendo as de menor salinidade e de melhores características organolépticas (aspecto, sabor, odor) assim como de menor cor, dureza, etc. São consideradas águas boas, embora com algumas restrições pela salinidade mais elevada, aquelas dos açudes situados em outras sub-bacias do rio Piranhas (exceto a região do Médio Piranhas), das regiões alta e média do rio Paraíba e da sub-bacia do rio Taperoá. A região do médio rio Piranhas apresenta qualidade um pouco inferior às anteriores, caracterizada como de salinidade pequena e média enquanto a sub-bacia do Seridó apresenta açudes mais salinizados e de águas mais duras. As piores qualidades das águas superficiais são encontradas nas bacias dos rios Jacu e Curimataú, com altas restrições à potabilização, devido à salinidade extrema que não é eliminada com o tratamento convencional das ETAs do Estado, precisando de processos avançados (dessalinização).

A distribuição geográfica da qualidade das águas subterrâneas pode ser vista na Figura 5.4, que evidencia a distribuição heterogênea da salinidade nos aquíferos, embora se mantenham as características de melhores águas nas áreas sedimentares e mais salobras das regiões do cristalino. As bacias do Jacu e Curimataú são as de pior qualidade, com altas restrições para consumo humano e todo tipo de uso, e as melhores se concentram no litoral. A bacia do Piancó apresentou poços com água de boa qualidade, embora alguns tivessem águas mais salinizadas, sendo caracterizadas como de restrições pequenas para o tratamento em ETAS. A bacia do Piranhas tem poços com água de baixa qualidade para consumo sendo que essa qualidade decresce em direção à sub-bacia do Espinharas. Finalmente, as bacias do Rio Paraíba e do Rio do Peixe apresentam águas subterrâneas entre boas e ruins para tal tipo de uso.

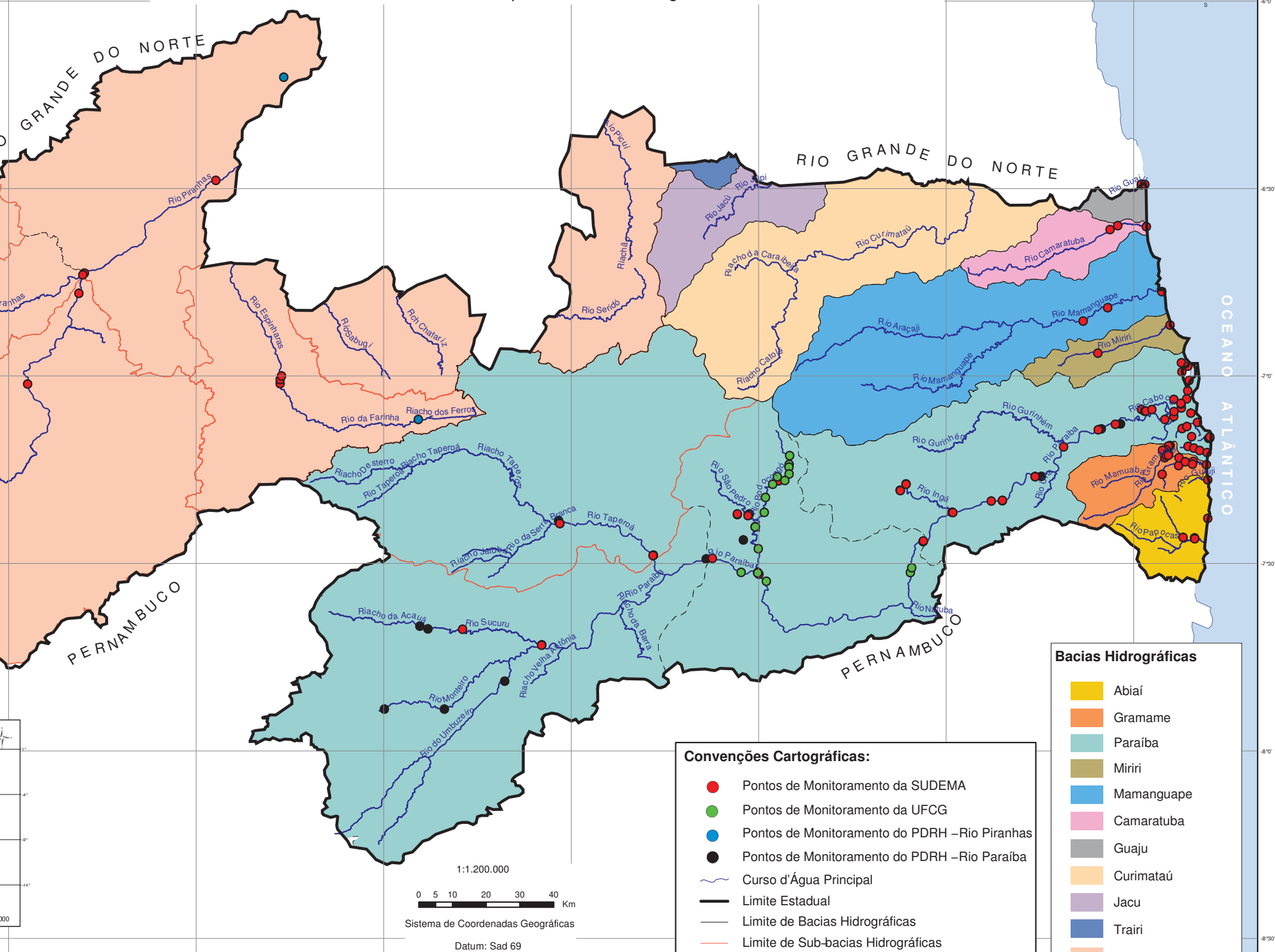
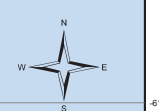
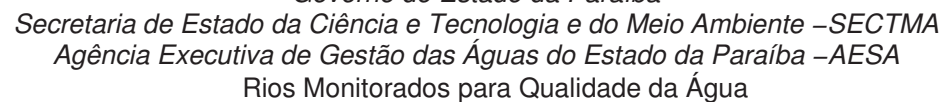


Açudes Monitorados para Qualidade da Água



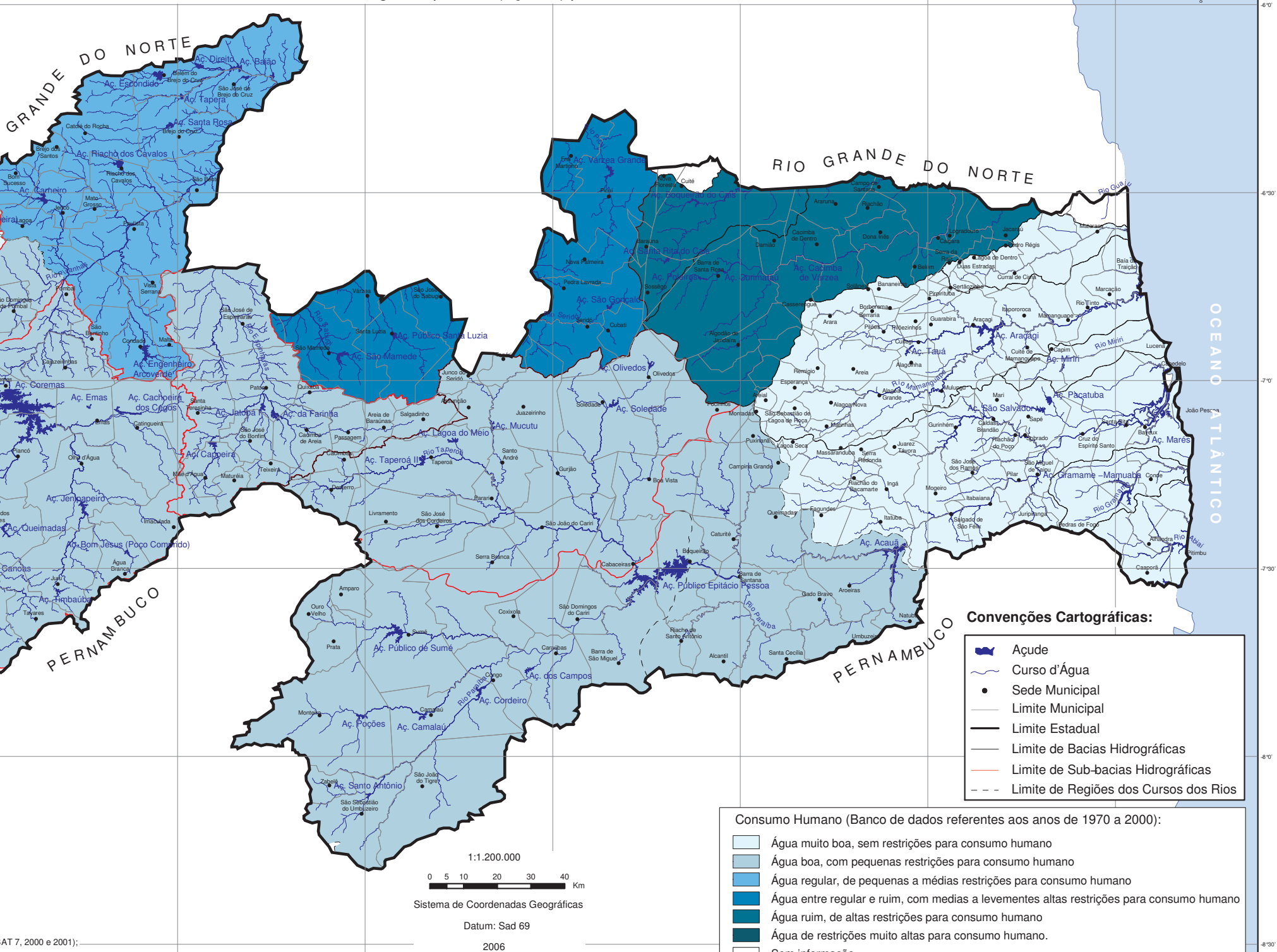
Bacias Hidrográficas	
	Abiaí
	Gramame
	Paraíba
	Miriri
	Mamanguape
	Camaratuba
	Guaju
	Curimataú
	Jacu
	Trairi
	Piranhas

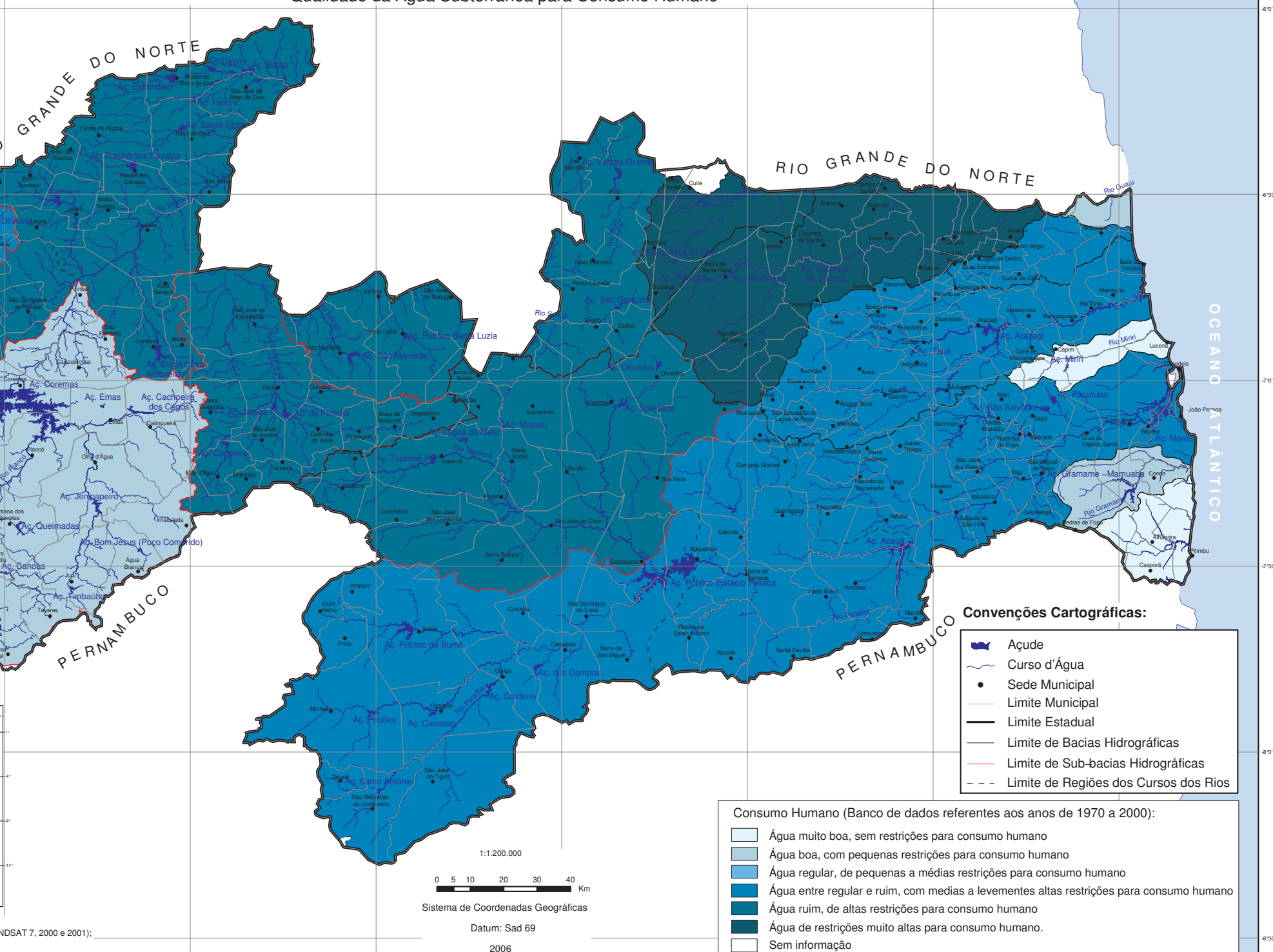
Convenções Cartográficas:	
	Açudes Monitorados
	Curso d'Água Principal
	Limite Estadual
	Limite de Bacias Hidrográficas
	Limite de Sub-bacias Hidrográficas
	Limite de Bacias dos Cursos das Rios





Qualidade da Água Superficial (Açudes) para Consumo Humano





Convenções Cartográficas:

- Açude
- Curso d'Água
- Sede Municipal
- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Limite de Bacias Hidrográficas
- Limite de Sub-bacias Hidrográficas
- Limite de Regiões dos Cursos dos Rios

Consumo Humano (Banco de dados referentes aos anos de 1970 a 2000):

- Água muito boa, sem restrições para consumo humano
- Água boa, com pequenas restrições para consumo humano
- Água regular, de pequenas a médias restrições para consumo humano
- Água entre regular e ruim, com médias a levementes altas restrições para consumo humano
- Água ruim, de altas restrições para consumo humano
- Água de restrições muito altas para consumo humano.
- Sem informação

5.5 – QUESTÕES DAS SECAS: ASPECTOS HIDROLÓGICOS

O Projeto Áridas (1994), percorrendo extensivamente sobre tipos e conceitos, definiu dois tipos de secas: a edáfica e a hidrológica, a primeira ocorrendo no domínio do potencial hidráulico localizado e, a segunda, no domínio do potencial hidráulico móvel.

No seu aspecto hidrológico, as secas levam em consideração o regime de escoamento dos rios. Nos rios perenes as secas ocorrem e são estudadas a partir do regime de vazões mínimas, em função do qual é estabelecida a oferta nesses rios. Os reservatórios superficiais são introduzidos como forma de elevar essas vazões mínimas.

Uma análise mais detida sobre o tema mostra que os dois tipos de seca afetam o potencial (escoamento anual médio de longo período) e, conseqüentemente, as disponibilidades máximas de recursos hídricos de uma bacia, já que estas irregularidades, inclusive as extremas (secas e cheias), estão computadas nas séries históricas que servem à quantificação destas ofertas. Este impacto negativo resulta do fato de que, tanto as secas edáficas, quanto as hidrológicas podem reduzir ou, mesmo, anular o escoamento fluvial, principalmente em regiões semi-áridas.

5.5.1 – Frequência das Secas

As citações de secas dos trabalhos “As secas do Nordeste” (1981), da SUDENE e “O Estado das Águas no Brasil”, MME-MMA/SRH – OMM/PNUD (1999), ocorridas desde o século XVI até o fim da década de 90 do século XX relevam, em termos de ocorrência temporal, três tipos de secas: uni, bi e pluri-anual, considerada como tal, aquela que ocorre em três ou mais anos consecutivos.

Analisando-se os registros do fenômeno no século XX, obviamente, os mais confiáveis, observa-se que, nas décadas de 20, 40 e 60 teria ocorrido, apenas, um (1) ano de seca em cada uma dessas décadas no Nordeste. A esse extremo positivo, contrapõem-se as décadas finais do século passado que acusam a ocorrência de cinco e seis anos de secas, não consecutivos, sendo que os quatro anos consecutivos de seca que marcaram o início da década de 80 foram precedidos pelo ano sem chuvas regulares de 1979, resultando no mais demorado tipo pluri-anual de seca, ou seja, 5 anos consecutivos, única seca quinquenal até aqui observada. Todas as demais secas pluri-anuais duraram três (3) anos (secas tri-anuais). Não há associação deste tipo de seca à geografia de sua ocorrência, sendo certo que os anos secos não coincidem para regiões, bacias ou localidades diferentes, fato que resulta da grande variabilidade espacial e temporal da pluviometria.

Uma análise mais detida do trabalho da SUDENE e dos registros de secas ocorridos nas décadas finais no território paraibano (registros do LMRS-PB e trabalhos diversos), revela que, considerando-se a distribuição espacial, as secas duram, no máximo, três anos seguidos numa mesma região ou bacia. Assim, a ocorrência de um período de secas na região do Sertão (correspondente à bacia do rio Piranhas), não significa, necessariamente, que, no mesmo período esteja ocorrendo este fenômeno nas regiões dos Cariris (sub-bacias do Alto e Médio Paraíba) ou do Curimataú (correspondente às bacias dos rios Curimataú e Jacu). Mesmo dentro de uma mesma região há uma grade variabilidade do fenômeno. No posto de Piancó, o período de seca 1979-1983 foi interrompido pela ocorrência dos anos de chuvas normais de 1979 e 1981.

Observa-se ainda que, a partir da década de 70, houve um aumento na frequência de secas no Nordeste brasileiro e, portanto, no território paraibano, mais precisamente em sua região semi-árida, passando de uma seca a cada 4,6 anos, aproximadamente, para uma seca a cada dois anos.

Embora não se disponha de uma análise de frequência de secas em décadas passadas em cada uma dessas regiões, uma das constatações do trabalho de Xavier & Xavier (1987) foi a de que esse aumento do número de anos secos nas três últimas décadas não é uma ocorrência inusitada, já que pacotes de anos secos se verificaram anteriormente no Nordeste, inclusive no Sertão da Paraíba (posto de Piancó), seja de maior extensão, seja de maior intensidade, afirmando os referidos autores: “Assim, conclui-se que no futuro se deve esperar a recorrência do fenômeno, cada vez mais agravado pela crescente pressão demográfica e maior demanda hídrica”. No semi-árido paraibano, este aumento de frequência manifestou-se, preferencialmente, sobre as citadas regiões dos Cariris e do Curimataú.

5.5.2 – As Secas e as Disponibilidades dos Reservatórios Superficiais

Sem considerar a tipologia das demandas, os reservatórios superficiais construídos deveriam atender ao requisito de sustentabilidade da oferta, qualquer que fosse o evento hidroclimatológico ocorrente. A análise da capacidade de regularização de reservatórios localizados em bacias hidrográficas inseridas na região semi-árida nordestina permite afirmar que, em geral, um reservatório superficial somente é hidrologicamente robusto – aquele que assegura a continuidade de uma oferta com garantia de 100%, que oferece uma proteção integral, qualquer que seja o tipo de seca ocorrida – se a capacidade de acumulação for igual ou maior do que 20 milhões de metros cúbicos (na bacia do Alto Paraíba, este limite atinge os 30 milhões de metros cúbicos). Todos os demais são vulneráveis à ocorrência de secas (trianuais, bi-anuais e, a maioria, de secas anuais).

A vulnerabilidade pode ocorrer, também, quando se operam os açudes com capacidade superior aos 20 milhões de metros cúbicos com garantias inferiores aos 100%. Neste caso, as vazões de regularização são superiores, porém com a sua garantia de oferta mensal reduzida. Tem-se procurado minimizar essa vulnerabilidade com a adoção de conceitos como “volume de alerta” (volume a partir do qual a retirada seria uma fração da retirada de períodos normais). Isto, de qualquer forma, pode significar, pelo menos, o racionamento da oferta a partir do momento em que o reservatório atinge o volume de alerta, o que nem sempre evita o colapso total do sistema de abastecimento.

No entanto, a sociedade, através dos órgãos gestores de recursos hídricos, dos quais deve participar, pode admitir o risco de ocorrência de falhas consentidas na oferta de um reservatório em um determinado e limitado período de tempo, surgindo o conceito de resiliência do sistema de abastecimento.

5.5.3 – As Secas e as Disponibilidades de Reservatórios de Água Subterrânea

Como o potencial de água subterrânea pode e tem sido captado por estruturas superficiais de armazenamento de águas fluviais, como escoamento de base, principalmente, no domínio de aquíferos de bacias sedimentares, como a bacia Paraíba-Pernambuco, ele é convertido em disponibilidade estando sujeito, assim como as águas superficiais, às secas. Por sua vez, a disponibilidade de água subterrânea resultante da exploração do escoamento sub-superficial através de poços, por serem captações de níveis hidrodinâmicos profundos, não estaria, em

princípio, sujeita às influências imediatas de fenômenos hidrometeorológicos. Os poços, ao rebaixarem os níveis piezométricos, inibem ou anulam as perdas por evaporação de aquíferos rasos. Na realidade, mesmo esta fração das disponibilidades subterrâneas é afetada pela ocorrência de eventos hidroclimáticos extremos (cheias e secas), na medida em que estes eventos têm influência na recarga e, conseqüentemente, na circulação e descarga dos aquíferos. Apenas, esta influência não é imediata, já que o fluxo subterrâneo se processa lentamente, com velocidades da ordem de algumas dezenas de metros por dia, residindo aí o grande poder de regularização das águas subterrâneas. Assim, mesmo que haja uma redução ou aumento da recarga natural, esta variação somente terá reflexo nas áreas de escoamento e descarga mais afastadas da zona de recarga, muito tempo depois. Então, esta redução estará sendo compensada ou mascarada pelo escoamento superficial direto. Como sucede com as águas superficiais, as disponibilidades subterrâneas já trazem, implícitas, a influência de eventos hidroclimáticos extremos.

Há, ainda, uma outra forma muito comum de transformar o potencial subterrâneo escoado em aquíferos em disponibilidades. Trata-se das barragens subterrâneas, geralmente construídas em aquíferos rasos como são os contidos no sistema aluvial paraibano. Estas estruturas, ao barrarem o escoamento sub-superficial, formam um reservatório subterrâneo exposto às mesmas condições de vulnerabilidade dos reservatórios superficiais, estando sujeito às perdas por evaporação e à influência de eventos hidroclimáticos como as secas e as cheias.

5.6 – DISPONIBILIDADE ATUAL CONSOLIDADA DE RECURSOS HÍDRICOS

A disponibilidade atual dos recursos hídricos do Estado da Paraíba resulta da análise integrada dos aspectos quantitativos e qualitativos, superficiais e subterrâneos, de cada uma de suas bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas.

As restrições de qualidade devem reduzir, em algumas áreas ou trechos de bacias, o montante das suas disponibilidades. Levando-se em consideração a tipologia das demandas, esses trechos com restrições de uso, por exemplo, para abastecimento humano, poderão ter suas disponibilidades destinadas ao suprimento de demandas compatíveis com a qualidade de suas águas, como, por exemplo, abastecimento da pecuária ou da aquicultura. Dessa forma, a disponibilidade total será repartida conforme suas características qualitativas, o que já acontece no aspecto quantitativo.

O objetivo deste capítulo é apresentar as disponibilidades atuais por bacias hidrográficas, observando-se de forma integrada dos capítulos anteriores, os valores estimados de disponibilidade e os indicadores de qualidade da água, isto é, as restrições ao uso da água em função da qualidade da água monitorada.

Neste estudo, um mapa de disponibilidade consolidada foi elaborado (Figura 17), mostrando, para cada bacia, sub-bacia e região hidrográfica do Estado, uma tabela contendo as seguintes informações: disponibilidades hídricas (em l/s), considerando: os açudes com vazões regularizáveis de garantias de 100% e 95%; restrições de uso devido à qualidade das águas superficiais, restrições de uso devido à qualidade das águas subterrâneas.

Em relação à qualidade das águas foram consideradas as diversas tipologias de uso: abastecimento humano; abastecimento animal; irrigação; e indústrias. As restrições de uso devido à qualidade apresentam-se classificadas em: SR (Sem Restrições), PR (Pequenas Restrições), MR (Médias Restrições) e AR (Altas Restrições).

Conforme mostrado no Tabela 19, tem-se globalmente uma boa disponibilidade atual consolidada (disponibilidades atuais totais sem pequenos açudes) para algumas das bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas. Entretanto, isso não significa que tais unidades hidrográficas têm condições de suprir as demandas que lhe são requeridas, pois ainda há de se analisar a qualidade da água.

Sob o aspecto qualitativo, observa-se que há poucas restrições quanto ao uso das águas superficiais para os mais diversos consumos nas bacias dos Rios Piranhas (exceto sub-bacia do Rio Seridó), Paraíba (região do Baixo Paraíba), Gramame, Abiaí, Miriri e Camaratuba. Entretanto, para alguns usos das demais bacias, sub-bacias e regiões, as restrições variam de médias a altas, mostrando que tais águas superficiais não devem ser consumidas.

Com relação às águas subterrâneas, verifica-se que, para grande parte das unidades hidrográficas, apenas indica-se o consumo dessas águas para dessedentação animal, pois são altas as restrições aos demais consumos.

5.7 – CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA E DOS USOS DE RECURSOS HÍDRICOS

As demandas de água para as várias finalidades podem, inicialmente, ser classificadas em uso consuntivo (abastecimento de água humano, animal, irrigação, industrial, piscicultura e carcinocultura) ou uso não-consuntivo (água para geração de energia elétrica e navegação). Em vista dos dados disponíveis no Estado, neste estudo foram consideradas apenas as demandas de água para abastecimento humano, pecuária, irrigação e indústria.

5.7.1 – Demandas para o Abastecimento Humano

Para a projeção populacional foram levadas em consideração as estimativas populacionais do IBGE, estimativa de crescimento do PIB, total e *per capita*, com base no comportamento de crescimento da economia nacional e paraibana no período de 1985-2001, divulgados oficialmente pelo IBGE, e as projeções populacionais foram obtidas para os anos de 2003, 2008, 2013, 2018 e 2023.

No que se refere aos valores de consumo *per capita*, foram adotados os consumos estabelecidos Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA). São eles:

- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| ▪ até 10.000 habitantes: | 100 l/hab/dia |
| ▪ de 10.000 até 100.000 habitantes: | 120 l/hab/dia |
| ▪ de 100.000 até 300.000 habitantes: | 150 l/hab/dia |
| ▪ de 300.000 até 500.000 habitantes: | 200 l/hab/dia |
| ▪ acima de 500.000 habitantes: | 250 l/hab/dia |

Quanto ao consumo da população rural, o PLIRHINE (SUDENE, 1980) sugere a adoção de um coeficiente unitário de 100 l/hab/dia para todo o Nordeste. Por falta de informações mais seguras, esse foi o coeficiente adotado pelo estudo.

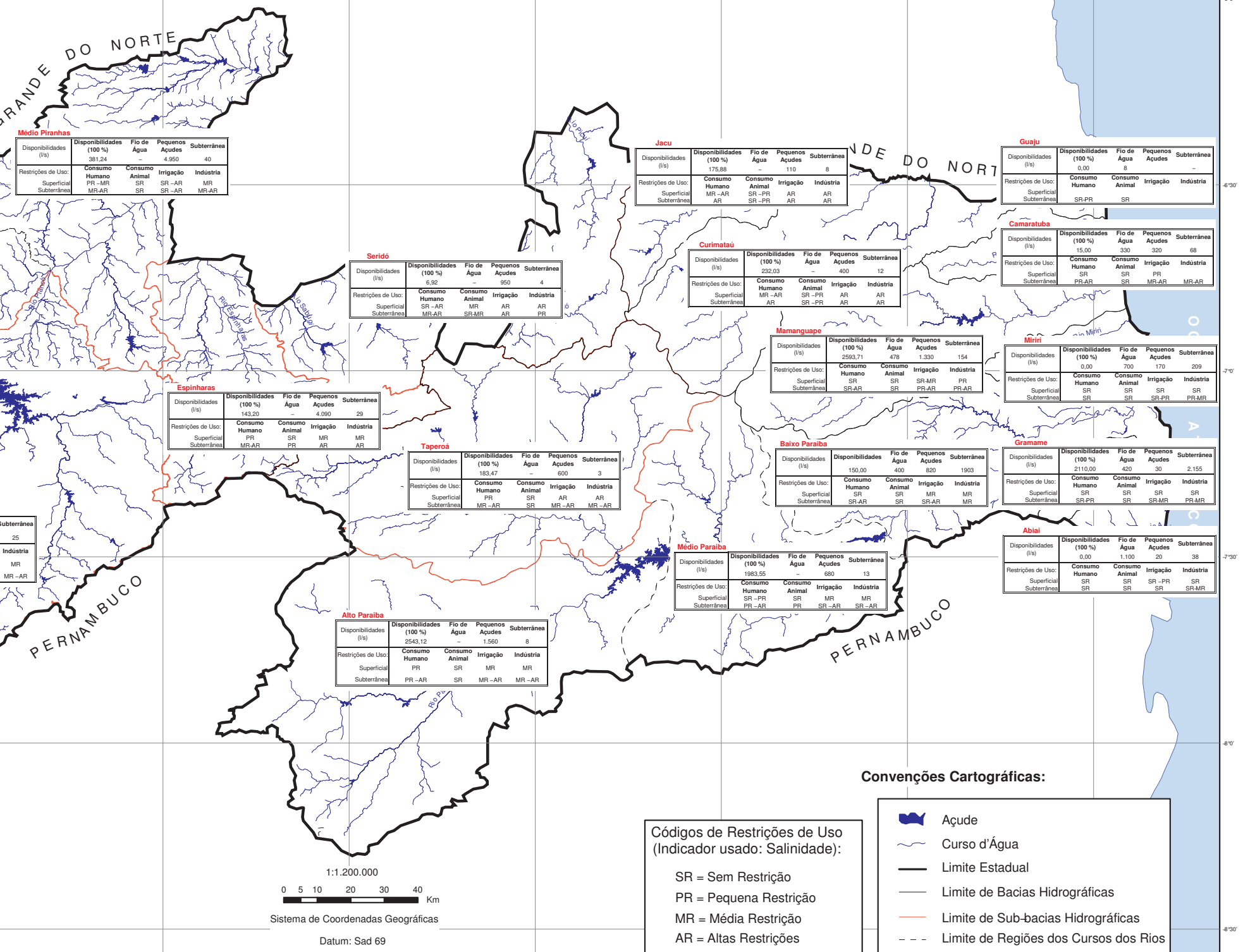
As demandas urbana e rural para o abastecimento da população foram calculadas para os anos de horizonte estabelecidos, multiplicando-se o consumo *per capita* de cada categoria pelo número de habitantes. Aos valores encontrados foi adicionado um percentual de 30% para as demandas urbanas, referente às perdas no sistema de abastecimento de água.

A Tabela 19 apresenta as demandas urbana e rural, por bacia, sub-bacia e regiões do PERH/PB.

Tabela 20 - Resumo das disponibilidades e restrições de uso devido à qualidade das águas superficiais e subterrâneas

Bacia, Sub-Bacia ou Região Hidrográfica	Águas Superficiais						Águas Subterrâneas				
	Disponibilidade (l/s)		Restrição de Uso				Disponibilidade (l/s)	Restrição de Uso			
	100%	95%	Humano	Animal	Irrigação	Indústria		Humano	Animal	Irrigação	Indústria
Bacia do Rio Piranhas	11752,71	16.737,96	-	-	-	-	228	SR → AR	SR → MR	SR → AR	SR → MR
Região do Alto Piranhas	1.788,00	2.605,56	PR	SR	MR	MR	3	MR → AR	SR	SR → MR	MR → AR
Região do Médio Piranhas	381,24	982,88	PR → MR	SR	SR → AR	MR	40	MR → AR	SR	SR → AR	MR → AR
Sub-Bacia do Rio do Peixe	584,63	1.065,17	SR	SR	SR	SR	127	SR → AR	SR	MR → AR	MR → AR
Sub-Bacia do Rio Piancó	8.848,72	11.796,18	PR	SR	MR	MR	25	SR → PR	SR → PR	SR → AR	MR → AR
Sub-Bacia do Rio Espinharas	143,2	252,69	PR	SR	MR	MR	29	MR → AR	PR	AR	AR
Sub-Bacia do Rio Seridó	6,92	35,48	-	-	AR	AR	4	MR → AR	SR → MR	AR	PR
Bacia do Rio Paraíba	4.710,14	6.997,15	SR	SR	MR	MR	1.927	SR → AR	SR → PR	SR → AR	SR → AR
Sub-Bacia do Rio Taperoá	183,47	339,98	PR	SR	AR	AR	3	MR → AR	SR	MR → AR	MR → AR
Região do Alto Paraíba	2.543,12	4.031,07	PR	SR	MR	MR	8	PR → AR	SR	MR → AR	MR → AR
Região do Médio Paraíba	1.983,55	2.626,10	SR → PR	SR	MR	MR	13	PR → AR	PR	SR → AR	SR → AR
Região do Baixo Paraíba	-	-	-	-	-	-	1.903	SR → AR	SR	SR → AR	MR
Bacia do Rio Jacu	175,88	236,38	MR → AR	SR → PR	AR	AR	8	AR	SR - PR	AR	AR
Bacia do Rio Curimataú	232,03	376,49	MR → AR	SR → PR	AR	AR	12	AR	SR - PR	AR	AR
Bacia do Rio Gramame	2.110,00	-	SR	SR	SR	SR	2.155	SR - PR	SR	SR → MR	PR → MR
Bacia do Rio Abiaí	-	-	-	-	-	-	38	SR	SR	SR	SR → MR
Bacia do Rio Miriri	-	-	SR	SR	SR	SR	209	SR	SR	SR → PR	PR → MR
Bacia do Rio Mamanguape	2.593,71	3.485,76	SR	SR	SR → MR	PR	154	SR → AR	SR	PR → AR	PR → AR
Bacia do Rio Camaratuba	-	-	SR	SR	PR	PR → MR	68	PR → AR	SR	MR → AR	MR → AR
Bacia do Rio Guajú	-	-	-	-	-	-	-	SR → PR	SR	-	-

Disponibilidade Atual Consolidada de Recursos Hídricos



5.7.2 – Demanda para a Pecuária

Para o cálculo da demanda de água para os rebanhos, foi aplicado o coeficiente de demanda indicado pelo PLIRHINE, que admite um consumo médio constante de 50 l/cab/dia, por cada unidade BEDA. A demanda para abastecimento pecuário por município foi obtida multiplicando-se o consumo médio pelo BEDA, que é definido pela seguinte equação:

$$BEDA = BOV + EQUI + \frac{1}{5}(OV/CAP) + \frac{1}{4}(SUI)$$

Onde:

BOV = bovinos e bufalinos
OV/CAP = ovinos e/ou caprinos
EQUI = equídeos (equínos + asininos + muares)
SUI = suínos

Neste trabalho considerou-se o BEDA não variável ao longo do período estudado, pois o emprego de projeções para anos futuros não representaria as flutuações ocorrentes no número dos rebanhos, devido às variações climáticas. Para o cálculo do BEDA foram adotados os valores do rebanho segundo o censo de 2000 (IDEME 2001). Os valores das demandas para a pecuária atuais e futuras se encontram na Tabela 20.

5.7.3 – Demanda para a Irrigação

Para a determinação da demanda de água para a irrigação, foi consultado o Estudo de Tarificação pelo Uso da Água no Estado da Paraíba, realizado por Antônio E. L. Lanna (SEMARH, 2001). Neste estudo as áreas irrigadas no Estado da Paraíba foram determinadas a partir das áreas recenseadas em 1996 pelo IBGE, as quais foram consideradas como implantadas em 2000. Para as projeções até o ano de 2023, foram adotados os estudos da empresa de consultoria VBA, porém, apenas nas bacias do rio Piranhas e do rio Paraíba; para as demais bacias foram considerados os dados do IBGE já superestimados, não ocorrendo incremento das áreas irrigadas.

A demanda de água para irrigação nas bacias hidrográficas da Paraíba para os horizontes de 2003, 2008, 2013, 2018 e 2023 é apresentada na Tabela 20.

5.7.4 – Demanda para a Indústria

Para a determinação da demanda de água para a indústria, foram consultados os dados mais recentes disponíveis, 2000. Nestes dados estão contidos os valores, para cada município, sobre o tipo de indústria e o número de empregados. Conhecido o número de operários para cada tipo de indústria, o coeficiente de demanda correspondente e, considerando 300 dias no ano, foram calculadas as demandas atuais, para o ano 2000 pela seguinte equação:

$$DAI = PO \times CD$$

Onde:

DAI = Demanda de água para a indústria
PO = Número de pessoal ocupado
CD = Coeficiente de demanda de água relacionado com o tipo de indústria

Dados os vários tipos de indústria existentes no Estado, foram adotados os coeficientes de demanda indicados no PLIRHINE, relativos a uma demanda unitária por operário ($m^3/\text{operário}/\text{dia}$), de acordo com o ramo da atividade industrial. A Tabela 20, mostra por bacia hidrográfica, as demandas vinculadas à indústria.

Deve-se ressaltar que alguns municípios localizados em uma bacia têm suas demandas urbanas atendidas por outra, a exemplo de João Pessoa, cuja maior área está na Região do Baixo Curso do Rio Paraíba e é atendida pela bacia do rio Gramame. A demanda urbana da cidade de Campina Grande, que é localizada entre as regiões do médio e baixo curso do rio Paraíba, é atendida pela Região do Alto Curso do Rio Paraíba. A Tabela 20, abaixo, leva em consideração, apenas para as demandas urbanas, a distribuição dos municípios por bacia que atende às suas demandas.

Tabela 21 - Demandas atuais e projetadas das bacias/sub bacias e regiões de curso de rios do Estado da Paraíba (m^3/ano)

Bacias/Sub Bacia/Regiões de rios	Demandas (m^3/ano)		2003	2008	2013	2018	2023
Região do Alto Curso do Rio Piranhas	Humana	Urbana	8.156.569	7.578.454	7.477.186	7.334.849	7.448.097
		Rural	2.857.717	2.627.369	2.560.364	2.479.947	2.472.183
	Pecuária		1.150.614	1.150.614	1.150.614	1.150.614	1.150.614
	Indústria		59.888	64.638	69.495	74.458	80.064
	Irrigação		16.872.020	25.243.905	32.623.026	39.009.383	44.930.325
	TOTAL		29.096.808	36.664.981	43.880.685	50.049.251	56.081.283
Região do Médio Curso do Rio Piranhas	Humana	Urbana	4.245.572	4.501.440	4.625.180	4.746.049	4.849.303
		Rural	1.832.502	1.895.062	1.899.015	1.904.517	1.931.245
	Pecuária		1.953.667	1.953.667	1.953.667	1.953.667	1.953.667
	Indústria		920.267	898.418	869.502	835.025	808.421
	Irrigação		103.919.051	98.617.058	93.315.066	88.013.073	82.799.464
	TOTAL		112.871.059	107.865.645	102.662.430	97.452.331	92.342.100
Peixe	Humana	Urbana	1.466.532	1.477.430	1.482.494	1.481.165	1.495.899
		Rural	1.841.749	1.842.859	1.855.926	1.861.128	1.882.743
	Pecuária		1.774.656	1.774.656	1.774.656	1.774.656	1.774.656
	Indústria		1.869.097	1.807.079	1.758.227	1.719.995	1.673.005
	Irrigação		84.466.668	126.378.969	163.321.181	195.293.305	224.935.413
	TOTAL		91.418.702	133.280.993	170.192.484	202.130.249	231.761.716
Piancó	Humana	Urbana	12.367.392	12.540.430	12.603.895	14.165.771	14.363.728
		Rural	4.168.840	4.084.722	4.012.153	3.927.498	3.934.697
	Pecuária		5.925.341	5.925.341	5.925.341	5.925.341	5.925.341
	Indústria		547.347	537.951	527.377	515.760	505.643
	Irrigação		71.094.688	106.371.822	137.465.685	164.376.279	189.325.723
	TOTAL		94.103.608	129.460.265	160.534.451	188.910.649	214.055.132
Espinharas	Humana	Urbana	809.244	879.775	892.881	898.123	908.797
		Rural	716.295	772.228	790.802	802.216	814.639
	Pecuária		1.087.465	1.087.465	1.087.465	1.087.465	1.087.465
	Indústria		1.480.251	1.536.597	1.580.781	1.612.803	1.659.615
	Irrigação		41.188.385	39.086.936	36.985.488	34.884.040	32.817.622
	TOTAL		45.281.640	43.363.002	41.337.418	39.284.647	37.288.138

Tabela 21 - Demandas atuais e projetadas das bacias/sub bacias e regiões de curso de rios do Estado da Paraíba (m³/ano) (continuação).

Bacias/Sub Bacia/Regiões de rios	Demandas		2003	2008	2013	2018	2023
Seridó	Humana	Urbana	1.405.007	1.242.277	1.242.324	1.236.336	1.246.232
		Rural	971.629	927.373	927.145	923.335	930.872
	Pecuária		1.758.596	1.758.596	1.758.596	1.758.596	1.758.596
	Indústria		100.816	118.846	140.149	164.724	194.014
	Irrigação		5.961.846	5.657.670	5.353.494	5.049.319	4.750.213
	TOTAL		10.197.894	9.704.762	9.421.707	9.132.310	8.879.927
Região do Alto Curso do Rio Paraíba	Humana	Urbana	41.287.927	43.273.902	44.674.755	45.755.610	46.610.038
		Rural	5.677.759	5.515.259	5.547.060	5.553.507	5.610.279
	Pecuária		2.170.634	2.170.634	2.170.634	2.170.634	2.170.634
	Indústria		229.382	230.419	230.616	230.036	230.255
	Irrigação		21.978.630	26.476.917	30.370.941	33.660.702	36.588.187
	TOTAL		71.344.332	77.667.131	82.994.006	87.370.489	91.209.393
Região do Médio Curso do Rio Paraíba	Humana	Urbana	862.883	800.517	771.406	741.170	736.184
		Rural	1.853.630	1.691.308	1.622.472	1.553.107	1.540.438
	Pecuária		2.029.269	2.029.269	2.029.269	2.029.269	2.029.269
	Indústria		12.047.558	13.284.253	14.119.336	14.633.231	15.618.098
	Irrigação		52.606.783	51.952.470	51.079.909	49.989.100	48.749.482
	TOTAL		69.400.123	69.757.817	69.622.393	68.945.878	68.673.472
Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	Humana	Urbana	15.320.075	16.383.253	17.100.383	17.986.696	18.501.034
		Rural	5.193.280	5.407.495	5.526.357	5.623.742	5.719.796
	Pecuária		49.465.642	49.465.642	49.465.642	49.465.642	49.465.642
	Indústria		24.749.685	25.928.767	26.552.188	26.738.288	27.439.658
	Irrigação		86.736.294	98.849.983	109.185.285	117.742.198	125.154.213
	TOTAL		181.464.976	196.035.140	207.829.855	217.556.566	226.280.342
Taperoá	Humana	Urbana	637.650	604.493	585.547	489.835	563.275
		Rural	457.810	443.760	433.870	355.159	423.273
	Pecuária		1.538.113	1.538.113	1.538.113	1.538.113	1.538.113
	Indústria		291.371	310.675	335.521	365.907	394.788
	Irrigação		9.184.537	8.715.938	8.247.339	7.778.740	7.317.953
	TOTAL		12.109.481	11.612.979	11.140.390	10.527.755	10.237.402
Jacú	Humana	Urbana	1.274.528	1.595.706	1.772.487	1.989.974	2.112.858
		Rural	423.130	418.520	424.343	433.248	442.818
	Pecuária		342.334	342.334	342.334	342.334	342.334
	Indústria		95.245	106.136	118.493	132.314	147.637
	Irrigação		704.968	669.001	633.033	597.065	561.697
	TOTAL		2.840.205	3.131.696	3.290.690	3.494.934	3.607.343
Curimataú	Humana	Urbana	1.907.173	1.779.315	1.610.492	1.695.593	1.693.848
		Rural	1.753.712	1.625.876	1.573.064	1.543.849	1.541.308
	Pecuária		1.856.731	1.856.731	1.856.731	1.856.731	1.856.731
	Indústria		249.005	268.929	290.445	313.551	338.591
	Irrigação		6.873.403	6.522.719	6.172.035	5.821.352	5.476.514
	TOTAL		12.640.024	12.053.570	11.502.767	11.231.076	10.906.992
Guajú	Humana	Urbana	0	0	0	0	0
		Rural	21.700	23.377	25.184	27.130	29.227
	Pecuária		13.571	13.571	13.571	13.571	13.571
	Indústria		0	0	0	0	0
	Irrigação		0	0	0	0	0
	TOTAL		35.271	36.948	38.755	40.701	42.798

Tabela 21 - Demandas atuais e projetadas das bacias/sub bacias e regiões de curso de rios do Estado da Paraíba (m³/ano) (continuação)

Bacias/Sub Bacia/Regiões de rios	Demandas		2003	2008	2013	2018	2023
Camaratuba	Humana	Urbana	1.644.127	1.659.835	1.667.216	1.664.794	1.682.024
		Rural	875.327	817.334	803.986	786.869	789.462
	Pecuária		1.706.846	1.706.846	1.706.846	1.706.846	1.706.846
	Indústria		245.028	264.634	285.805	308.543	333.182
	Irrigação		4.898.382	4.648.465	4.398.547	4.148.630	3.902.878
	TOTAL		9.369.711	9.097.114	8.862.400	8.615.682	8.414.392
Mamanguape	Humana	Urbana	13.732.679	14.389.416	14.699.204	15.176.550	15.492.018
		Rural	6.569.178	6.664.935	6.750.710	6.858.188	11.989.738
	Pecuária		10.990.251	10.990.251	10.990.251	10.990.251	10.990.251
	Indústria		6.971.123	7.103.826	7.193.322	7.239.612	7.331.481
	Irrigação		59.331.070	56.303.974	53.276.879	50.249.783	47.273.149
	TOTAL		97.594.301	95.452.402	92.910.366	90.514.384	93.076.637
Miriri	Humana	Urbana	584.991	582.302	603.674	621.919	635.471
		Rural	86.959	86.470	90.360	93.766	96.071
	Pecuária		28.303.230	28.303.230	28.303.230	28.303.230	28.303.230
	Indústria		31.500	32.099	32.504	32.713	33.128
	Irrigação		2.709.801	2.571.546	2.433.291	2.295.036	2.159.085
	TOTAL		31.716.480	31.575.647	31.463.059	31.346.664	31.226.985
Gramame	Humana	Urbana	84.402.511	95.005.746	102.872.506	110.317.822	114.429.347
		Rural	695.587	683.617	714.011	747.755	770.854
	Pecuária		10.815.325	10.815.325	10.815.325	10.815.325	10.815.325
	Indústria		1.174.792	1.197.156	1.212.238	1.220.039	1.235.521
	Irrigação		107.796.113	102.296.311	96.796.509	91.296.708	85.888.586
	TOTAL		204.884.328	209.998.155	212.410.589	214.397.650	213.139.632
Abiaí	Humana	Urbana	1.586.875	2.173.703	2.529.277	2.932.491	3.144.701
		Rural	764.782	957.222	1.121.210	1.309.058	1.407.774
	Pecuária		8.168.662	8.168.662	8.168.662	8.168.662	8.168.662
	Indústria		0	0	0	0	0
	Irrigação		0	0	0	0	0
	TOTAL		10.520.319	11.299.588	11.819.149	12.410.211	12.721.137
Trairi	Humana	Urbana	0	0	0	0	0
		Rural	46.562	50.161	54.037	58.213	62.712
	Pecuária		19.685	19.685	19.685	19.685	19.685
	Indústria		0	0	0	0	0
	Irrigação		0	0	0	0	0
	TOTAL		66.247	69.846	73.722	77.898	82.397

(1) A ausência de dados de demanda industrial e de pecuária nas bacias do Abiaí, Trairi e Guaju, deve-se à falta destes no acervo utilizado. Na demanda de Pecuária estão inseridas as demandas para Carcinicultura.

(2) As Bacias de Trairi e Guaju não apresentam demandas urbanas em virtudes dos municípios inseridos nas mesmas terem suas demandas urbanas atendidas por outras bacias.

5.8 – CARÊNCIAS E RESTRIÇÕES DE QUALIDADE AO USO

As águas do Estado (superficiais e subterrâneas) apresentam restrições de qualidade para os diferentes usos, de acordo com o predomínio das características de dureza e de salinidade. Na sua maioria, são águas com algumas restrições para consumo humano e fortes restrições para uso industrial; em várias bacias (Jacu, Curimataú, sub-bacia do Taperoá, Seridó, Espinharas) há também fortes restrições para irrigação, mais acentuadas nas águas dos aquíferos, pela predominância do embasamento cristalino.

As restrições de uso para irrigação são graves, propiciando a salinização dos solos e dificultando o crescimento e rendimento das culturas. São exceções as águas das bacias do Peixe e do rio Gramame, bacias sedimentares. Outros problemas de qualidade se associam à eutrofização devido às descargas de esgotos domésticos e de fertilizantes de áreas agrícolas, embora os dados sobre concentração de matéria orgânica, coliformes, nitrogênio e fósforo sejam escassos ou inexistentes, na maioria das águas estaduais.

A Tabela 22, apresenta uma síntese dos resultados das 211 amostras de água com valores para dureza, de fontes superficiais de açudes, de rios e riachos, e subterrâneas, distribuídas por todas as bacias do Estado.

Tabela 22 - Números e porcentagens de amostras de águas de açudes, rios, riachos e águas subterrâneas do Estado da Paraíba, segundo os graus de dureza

Procedência das amostras	Total de amostras	Total de amostras Muito Duras	Total de amostras Duras	Total de amostras Moderadamente Duras	Total de amostras Brandas
Açudes	97	03 (3%)	09 (9,3%)	31 (32%)	54 (55,7%)
Rios e Riachos	68	30 (44,11%)	07 (10,29%)	05 (7,35%)	26 (38,24%)
Subterrâneas	46	03 (6,5%)	15 (32,6%)	12 (26%)	16 (34,8%)
Total	211	36 (17,06%)	31 (14,69%)	48 (22,7%)	96 (45,5%)

A maioria das águas do Estado, de fontes superficiais ou subterrâneas, caracteriza-se por ser dura, muito dura ou moderadamente dura (54,5% das amostras). Dos 97 açudes, aproximadamente a metade apresentou águas duras ou moderadamente duras, e a outra metade apresentou águas brandas. As mais duras se concentram nas sub-bacias do Alto Paraíba, Taperoá e Seridó e nas bacias do Jacu e do Curimataú. Numa mesma bacia se encontram açudes com mais de um tipo de dureza. Para a água de um mesmo açude, coletas feitas em diferentes anos mostram variações do grau de dureza entre brandas e moderadamente duras, dependendo do volume da água acumulada no momento da coleta.

Também os valores de alcalinidade total mostram grande variabilidade nas águas de uma mesma bacia. Valores de 300mgCaCO₃/L foram encontrados em açudes das bacias dos rios Piranhas/Piancó (açude Ameixas) e do Rio Mamanguape (açude Cacimba de Dentro). Nesta bacia se concentraram as águas de maior alcalinidade (54,54%) (valores acima de 120 - 150 mgCaCO₃/L). Nas águas de rios e de riachos, a alcalinidade se apresenta inferior à dos açudes, com valores extremos no rio Paraíba, a jusante do açude Eptácio Pessoa (extremos de 306 e 1.040 mgCaCO₃/L). As mais altas concentrações são conseqüências da concentração de sais, sob efeito da evaporação, nas épocas de estiagem. Ao longo deste rio, as flutuações de alcalinidade assim como as de dureza, sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE) e cloretos acompanharam as flutuações das descargas poluidoras de origem antropogênica: houve aumento a jusante da confluência com riachos que atravessam áreas

urbanas, onde são usados como receptores de resíduos líquidos e sólidos (riachos de Bodocongó, Ingá e Itabaiana, entre outros). Também as águas subterrâneas se apresentam muito alcalinas, sendo destaque as encontradas em poços das bacias do rio Abiaí (município de Pitimbu) e do Rio Paraíba (município de São José dos Cordeiros).

5.8.1 – Restrições de Uso da Água para a Indústria

Com relação às águas dos açudes, praticamente todas as águas monitoradas para qualidade no Estado possuem restrições para uso industrial, em especial as das bacias situadas sobre embasamento cristalino. São exceções as bacias dos rios Miriri, Gramame, Abiaí e do Rio do Peixe, situadas em bacias sedimentares. A bacia do rio Mamanguape apresentou pequenas restrições para este tipo de uso, enquanto as dos rios Piranhas e Paraíba se classificaram como regular e até com médias restrições. Altas restrições foram observadas nas bacias dos rios Jacu e Curimataú e nas sub-bacias dos rios Seridó, Espinharas e Taperoá.

Relativamente às águas subterrâneas, embora com poucos dados, as restrições são mais severas: são consideradas águas ruins com altas restrições as das bacias dos rios Jacu e Curimataú e da sub-bacia do Rio Espinharas; ruins com restrições entre médias e altas, aquelas de poços situados nas sub-bacias do Piancó, Peixe e Seridó e as regiões alta e média do rio Piranhas, assim como a sub-bacia do Rio Taperoá e a região do alto Paraíba. O médio Paraíba e a bacia do Mamanguape se classificaram entre boas e ruins, com restrições variando entre pequenas e altas. As águas subterrâneas de melhor qualidade se concentram nas bacias dos rios Miriri, Gramame e Abiaí e na região do Alto Paraíba, embora também ocorram águas de altas restrições para uso industrial.

Entre os principais problemas causados pela água na indústria, destaca-se o ataque químico ou agressividade, neutralidade ou incrustabilidade. Além dos altos valores de dureza e alcalinidade associados às concentrações dos íons de cálcio e magnésio, os cloretos são limitantes para uso industrial por causarem corrosão em tubulações e caldeiras, entre outros inconvenientes, por formarem hidróxidos de cálcio, ferro e magnésio que sedimentam; ficando em solução ácido clorídrico e cloreto ferroso, por exemplo.

Altas concentrações de cloretos são freqüentes nas águas superficiais nordestinas, tendo origem natural (dissolução de solos e rochas e de aerossóis que se originam nos oceanos) ou antropogênica, pelas descargas de esgotos. Águas subterrâneas próximas ao mar apresentam também altos teores de cloretos por estarem em equilíbrio hidrostático com a água do mar. Açudes das bacias dos rios Mamanguape, Curimataú e Jacu apresentaram as maiores concentrações de cloretos (59% das amostras com mais de 600mgCl/L, com máximos superiores a 1.200mgCl/L). Na bacia do rio Paraíba, os açudes de Acauã, Água Velha, Sumé e Barra foram destaques. Dentre os rios, trechos dos Paraíba, do Itapororoca e do Pinturas (bacia do Mamanguape) tiveram valores extremos. As águas subterrâneas também tiveram cloretos elevados. Fluoretos foram encontrados no Açude São José, Açude Engenheiro Ávidos e em três rios. Em águas subterrâneas, os fluoretos foram detectados em poços artesianos de João Pessoa e Cabedelo.

As poucas informações sobre o Índice de Estabilidade do Carbonato de Cálcio (IE) e o Índice de Saturação (ISL), que expressam neutralidade, agressividade ou incrustabilidade da água, referem-se à bacia do Rio Paraíba e mostraram que as águas dos açudes Poções, Camalaú, Cordeiro, Sumé, Namorados, Epitácio Pessoa e Acauã têm características agressivas ou fracamente agressivas. Da mesma forma, foram agressivas ou fracamente agressivas as águas dos rios Sucuru, Taperoá (a jusante de Cabaceiras), Paraíba (em vários pontos a jusante do

açude Epitácio Pessoa até o município de Santa Rita), Ingá (a montante de sua confluência com o rio Paraíba) e do riacho de Bodocongó. Também houve amostras do rio Paraíba com características incrustantes (nas proximidades de Ingá e Itabaiana). Foram fracamente agressivas (IE) e neutras (ISL) algumas amostras do Rio Taperoá e do Rio Paraíba.

5.8.2 – Restrições de Uso da Água na Irrigação

Os problemas mais comuns com as águas destinadas à irrigação são a salinidade, sua velocidade de infiltração no solo, a toxicidade, o excesso de nutrientes e a corrosão dos equipamentos de irrigação. Águas ricas em sódio ou muito pobres em cálcio e magnésio, tendem a reduzir a permeabilidade dos solos, aumentam o encharcamento e dificultam a alimentação das plantas. Águas quimicamente não perigosas aplicadas em solos pouco permeáveis podem causar sua salinização, sendo este um perigo freqüente na região nordeste. Condutividade elétrica (CE) e RAS (Relação de Adsorção de Sódio) devem ser analisadas em conjunto.

Com base nos valores da RAS e da condutividade elétrica (CE) das águas superficiais de rios e açudes e para águas subterrâneas, foi feita uma análise conjunta dos dados para cada uma das bacias hidrográficas. Essa análise mostra que as águas superficiais não possuem restrições para irrigação nas bacias dos rios Gramame, Miriri e do Rio do Peixe enquanto que as do Rio Camaratuba e Abiaí apresentam algumas pequenas restrições. Já as sub-bacias do Rio Piancó, Espinharas, trecho do Alto Piranhas, bacia do Paraíba e do Mamanguape são boas embora com restrições entre pequenas e médias. As águas de piores condições para irrigação se concentram nas bacias do Rio Seridó e do Rio Taperoá. A qualidade das águas subterrâneas é mais limitante para irrigação do que as águas superficiais, em praticamente todas as bacias. São exceções as das bacias dos rios Abiaí, Miriri e Gramame, junto com o trecho do Alto Piranhas. Das restantes bacias e regiões de rios, o Médio e o Baixo Paraíba, assim como a bacia do Rio Mamanguape, a sub-bacia do Rio Piancó e a região do Médio Piranhas são de qualidade média e ruim, com restrições entre pequena e altas. A bacia do Camaratuba, a sub-bacia do Taperoá e a região do Alto Rio Paraíba têm qualidade de água pior que as anteriores. As águas de qualidade inferior, com altas restrições para uso agrícola, se concentram nas bacias dos rios Jacu, Curimataú, sub-bacias dos rios Seridó e Espinharas, não sendo de utilidade para irrigação.

5.8.3 – Restrições de Uso das Águas Superficiais e Subterrâneas para a Pecuária

Os parâmetros mais usados para avaliar a qualidade de uma água destinada ao consumo animal são: resíduos sólidos ou sólidos totais dissolvidos (STD), cloretos e condutividade elétrica. O primeiro é o mais usado, pela facilidade de sua determinação e sua simplicidade de interpretação. No geral, se recomenda um máximo de 5.000mgSTD/L para a água destinada ao gado, o que equivale a uma água de 7.812,5µmhos/cm de condutividade elétrica.

Visto os valores extremos bastante elevados de salinidade (sólidos totais dissolvidos) para o consumo animal, as águas superficiais e subterrâneas do Estado não apresentam grandes limitações para essa atividade. Em relação às águas superficiais, as maiores restrições se encontram nos açudes da sub-bacia do Seridó, seguida das bacias dos rios Jacu e Curimataú, enquanto todas as bacias restantes não têm restrições. As águas subterrâneas de pior qualidade para os animais também estão na sub-bacia do Seridó, enquanto que as que não apresentam restrições, ou apenas pequenas restrições, se distribuem nas sub-bacias do Piancó e do Espinharas, bacias do Jacu e do Curimataú e na região de Médio Paraíba.

5.8.4 – Restrições Microbiológicas para Diferentes Usos

As restrições microbiológicas das águas destinadas à irrigação são consideradas à parte, visto que os indicadores anteriores não incluem este parâmetro, de importância relevante para a saúde pública, em especial para as águas destinadas à irrigação irrestrita de frutas e verduras que serão consumidas cruas sem retirada da casca ou película que as cobrem. Sua restrição para piscicultura, carcinicultura ou aquíicultura em geral e recreação de contato primário (natação) é analisada simultaneamente.

Há carência de dados microbiológicos e dentre os existentes predominam os da bacia do Rio Paraíba. Os valores observados em todos os seus açudes, com exceção do Acauã, estão entre 10 e 200 coliformes termotolerantes por 100 ml de água e, portanto, dentro do padrão CONAMA 20/86 para irrigação irrestrita. Nos rios, os valores variaram entre 10 e 6E06 coliformes termotolerantes/100ml, limitando o uso em irrigação irrestrita e até para outros tipos de culturas. Os trechos dos rios que excedem o valor de 1.000 coliformes termotolerantes/100ml não podem ser destinados à aquíicultura nem à balneabilidade, segundo a mesma legislação. Os rios com trechos mais contaminados são o Espinharas, o Jaguaribe, Cabelo e Cuia, em ordem decrescente de contaminação. O Rio Paraíba tem trechos altamente contaminados. Os rios menos contaminados são: Guaju, Gramame, Abiaí e Guriji. Uma abordagem sanitária recomenda o uso dessas águas com valores extremos para irrigações restritas, ou seja, de culturas que não serão consumidas cruas ou que terão uma finalidade industrial. Todas as águas analisadas estão liberadas do ponto de vista sanitário, para irrigação de cerealíferas, plantas de fibras de uso industrial e para plantas forrageiras, com a recomendação particular de usar métodos mecânicos de plantio e coleta.

5.9 – AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

5.9.1 - Introdução

Para a Paraíba, principalmente, um dos estados mais carentes do Nordeste Brasileiro em recursos hídricos, a cobrança é considerada um dos instrumentos de gestão mais importantes.

A experiência internacional mostra que, nos países onde o acesso à água é livre e gratuito, os sistemas são mantidos e operados de forma inadequada, os eventos catastróficos ocorrem com maior frequência e as perdas e a ineficiência na utilização da água ocorrem de forma acentuada.

Assim, a cobrança pelo uso da água é um instrumento que ajuda a garantir a sustentabilidade dos sistemas de gestão de recursos hídricos, especialmente em regiões onde a escassez da água lhe confere um crescente valor econômico.

5.9.2 – Aspectos Legais

A Lei Federal Nº 9.433, de 08/01/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, incluiu entre os seus fundamentos (Art. 1º), que *a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico*. Em outros artigos enfoca alguns detalhes sobre a cobrança.

Quanto ao Estado da Paraíba, a Lei N° 6.308, de 02/07/1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, refere-se à cobrança em seu Artigo 19, como um importante instrumento da gestão.

5.9.3 – Usos a Cobrar

Os usos de água que podem ser cobrados são os seguintes:

- uso da água disponível no ambiente (água bruta), como fator de produção ou bem de consumo final;
- uso dos serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água (sistemas de abastecimento e irrigação);
- uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgoto (serviços de esgotamento);
- uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

5.9.4 - Tarifas em Uso e Estudos sobre Cobrança no Estado da Paraíba

As Tarifas de Água do DNOCS

Atualmente, o DNOCS é o único órgão que cobra pelo uso de água bruta no Estado da Paraíba (Tabela 23 e 24). As águas represadas em seus açudes abastecem 45 (quarenta e cinco) localidades, além dos perímetros irrigados de São Gonçalo, Engenheiro Arcoverde e Sumé.

Tabela 23 - Tarifas de Água do DNOCS para os Perímetros Irrigados do Estado da Paraíba

Perímetro	Parcela K ₁ ⁽¹⁾ (R\$/ha/ano)	Parcela K ₂ (R\$/1000 m³)	Outros Usos ⁽²⁾ (R\$/1000 m³)
Eng.º Arcoverde	120,94	11,01	12,66
São Gonçalo	90,93	9,67	11,12
Sumé	85,50	13,89	15,97

(1) Valor a ser cobrado para cada hectare irrigável do lote.

(2) Irrigação privada, abastecimento de centros urbanos e indústria, etc.

Fonte: DNOCS

Tabela 24 - Tarifas de Água do DNOCS para Outros Usuários

Tipos de Uso	Captada Diretamente do Açude (R\$/1000 m³)	Conduzida em Canais (R\$/1000 m³)
Irrigação	1,62	10,33
Abastecimento de Centros Urbanos e Industriais	8,11	11,80

Fonte: DNOCS

Tarifas Previstas pelo Projeto São Francisco

Em 1994, no âmbito do Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco, foi criado o “Plano de Gestão de Recursos Hídricos com Derivação de Águas do Rio São Francisco – PLANGESF”, que elaborou o “Plano Diretor de Irrigação das Várzeas do Rio do Peixe”, prevendo a irrigação de uma área total de 7.196 ha, divididos em seis projetos, localizados na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, conforme o Tabela 25.

Tabela 25 – Tarifas Anuais por Lote (R\$)

Projeto	Lote			
	I – 4,00 há	II – 8,00 ha	III – 16,00 ha	IV – 32,00 ha
1 – Casas Velhas	-	2.409	4.576	9.557
2 - Caiçara	-	3.563	6.747	14.160
3 – Brejo das Freiras	1.419	2.849	-	11.328
4 – Várzea da Ema	1.409	2.828	5.389	11.245
5 – Cabra Assada	1.413	2.047	3.871	8.135
6 – Engenho Novo	1.372	2.755	5.230	10.951

Fonte: PLANGESF (1994).

Trabalho sobre Cobrança Executado pela Secretaria do Planejamento

A Lei Nº 6.308, de 02/07/1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, previa, em sua versão original, que o órgão encarregado pela gestão das águas estaduais era o Grupo Gestor de Recursos Hídricos, que integrava a estrutura da Secretaria do Planejamento. Em janeiro/1997, por solicitação da SEPLAN/Grupo Gestor de Recursos Hídricos, foi elaborado o documento “Avaliação da Infra-Estrutura Hídrica e do Suporte para o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba”, através do qual foram levantadas as principais obras de captação (açudes e poços), as potencialidades e disponibilidades hídricas e as demandas de água por bacia hidrográfica. Ao final, foram calculadas tarifas e determinadas as expectativas de arrecadação para financiamento das atividades do órgão gestor (Tabela 26).

Tabela 26 - Composição de Custos de O & M para o Estado da Paraíba

Tipos de Custo	Custo (R\$/1000)	Volume Negociável (hm³/ano)	Custos	
			%	R\$ 1.000,00
Gerências de Bacias	1,55	426,14	25,79	660,52
GGRH (sede) ⁽¹⁾	2,21	426,14	36,77	941,77
Manutenção de Açudes	2,25	426,14	37,44	958,82
Total	6,01	426,14	100,00	2.561,10

(1) Grupo Gestor de Recursos Hídricos.

Fonte: Albuquerque e Carneiro (1997).

Estudo do Aumento da Contribuição da CAGEPA para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH

Esse estudo foi elaborado pela SEMARH (1999), tendo como ponto de partida a Lei Nº 6.636, de 19/06/1998, que definiu o Sistema de Regulamentação e Controle do Serviço Estadual de Saneamento e suas condições operacionais.

Para o ano de 1999, a receita da CAGEPA seria de R\$ 113.353.595,00 e considerando o percentual de 0,2 % da receita, que deveria ser repassado ao FERH, a contribuição seria de R\$ 226.707,00/ano, que correspondia a uma média mensal de R\$ 18.892,00.

Em seguida, o consultor extrapolou o seu estudo para a tarifação e cobrança da água consumida pela CAGEPA, fazendo simulações sobre as possibilidades de arrecadação (Tabela 27).

Tabela 27 - Populações e Receitas Destacando as Regiões Metropolitanas (c/ perdas de 35%)

Regiões	Quant. Cidades	População		Consumo Anual (m³)	Receita	
		hab	%		R\$	%
Grande João Pessoa	3	700.379	32	78.271.487	477.456	41
Grande C. Grande	4	359.541	16	30.532.016	247.615	22
Sub-Total	7	1.059.920	48	108.803.504 ⁽¹⁾	725.071	63
Demais Cidades	216	1.130.380	52	65.660.239	426.578	37
Total	223	2.190.300	100	174.463.743	1.151.649	100

(1) Correspondente a 62% do consumo total.

Estudo Elaborado Através do Proágua Semi-Árido

Em 2001, através da Unidade de Gestão do PROÁGUA-Semi-Árido, o consultor Lanna elaborou o trabalho “Estudo para Cobrança de Água no Estado da Paraíba”.

Neste trabalho foram elaboradas cinco Simulações de Cobrança. Nas Tabelas 28 e 29 são apresentados resultados da Simulação 5, considerada a proposta mais adequada para as condições do Estado da Paraíba.

Tabela 28 - Valores cobrados pelo uso da água na Simulação 5

Usuário	Preço da água (R\$/mil m³)	
	2000	2020
Urbano	50	40
Industrial	50	40
Irrigação	36	36
Rural	0	0
Animal	0	0

Tabela 29 - Arrecadações esperadas na Simulação 5

Usos de Água	Arrecadações Anuais Estimadas (R\$/ano)		
	2001	2011	2021
Abastecimento Urbano	7.112.892	7.390.819	7.404.484
Abastecimento Rural	0	0	0
Animais	0	0	0
Irrigação	0	28.968.111	33.091.716
Uso Industrial	2.483.475	2.464.731	2.252.114
TOTAL	9.596.367	38.823.661	42.748.315

Trabalho Elaborado pela AAGISA

A Agência de Águas, Irrigação e Saneamento (AAGISA) confeccionou em janeiro/2003 o relatório “Cobrança no Estado da Paraíba”. Esse documento apresenta estudos e simulações concernentes à cobrança pela derivação, captação e consumo de água e cobrança pelo lançamento de efluentes.

5.9.5 – Considerações Finais

A implantação de um sistema de cobrança pelo uso da água bruta não é tarefa de fácil execução. O Estado da Paraíba dispõe de bases institucionais, legais e técnicas para avançar no seu processo de cobrança pelo uso de água bruta. Institucionalmente, o Estado conta com um Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos estruturado, com a seguinte constituição:

- Órgão de Coordenação: Secretaria do Estado da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA;
- Órgão de Deliberação: Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH;
- Órgão de Gestão: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, que deverá implementar o sistema de cobrança.
- Comitês de Bacias Hidrográficas.

5.10 – CONFRONTO ENTRE OFERTA E DEMANDA

5.10.1 – Disponibilidades Totais Agregadas e Setoriais

As disponibilidades totais estão apresentadas no item 5.1. Ela contempla os valores das disponibilidades máximas fluviais e superficiais calculados em função dos valores da potencialidade estimada pelo PERH, bem como os valores das disponibilidades subterrâneas, máximas e atuais.

A relação entre as disponibilidades superficiais, subterrâneas e totais, atuais e máximas, denominada de Índice de Ativação das Disponibilidades (IAD), também, é mostrada nesta tabela. Para analisar a pertinência de recomendação de uma política da pequena açudagem, assim como verificar a influência da pequena açudagem no cômputo geral das disponibilidades, os índices IADs foram calculados considerando-se as disponibilidades atuais e máximas com e sem os pequenos açudes.

Verificamos que apenas as regiões hidrográficas do Alto e Médio Paraíba, e a sub-bacia do rio Espinharas e bacia do rio Gramame estão com suas disponibilidades máximas, superficiais ou fluviais, totalmente ou quase totalmente ativadas. Nas outras bacias com suas sub-bacias ou regiões, haveria espaço para novos manejos através da construção de novas barragens. Na sub-bacia do rio Taperoá, principal afluente do curso do Alto Paraíba, a criação de novos reservatórios terá implicações nas disponibilidades do açude Boqueirão (Epitácio Pessoa) que já apresenta restrições em sua oferta histórica, seja pelo grande número de pequenos reservatórios construídos a montante, seja por causa do assoreamento que, segundo alguns estudos, seria responsável pela redução de sua capacidade de acumulação.

Com relação às disponibilidades de água subterrânea, os índices de ativação são muito baixos, havendo espaço para perfuração de novos poços ou outras captações nos sistemas aquíferos sedimentares, ocorrentes em quase todas as bacias hidrográficas. A única exceção é a bacia do Rio Gramame, na qual as disponibilidades máximas já estão totalmente ativadas ($IAD = 1,06$), mostrando que o limite do potencial de água subterrânea que pode ser explorado está sendo ultrapassado, podendo ter implicações na demanda ecológica natural.

Finalmente, considerando-se a integração das disponibilidades superficiais com as subterrâneas (disponibilidades totais) de cada bacia, sub-bacia ou região hidrográfica, verifica-se uma atenuação dos efeitos de superexploração das águas superficiais em quase todas as unidades hidrográficas onde o fato é registrado, com exceção das regiões do Alto e Médio Paraíba. Mais uma vez, deve-se alertar para o fato das disponibilidades atuais de água subterrânea estarem defasadas.

As disponibilidades do sistema Cristalino, registradas na Tabela 29, somente foram avaliadas por bacia, desconhecendo-se a sua distribuição por sub-bacia ou região hidrográfica, e por essa razão não foram inseridas na Tabela 28.

Tabela 30 – Distribuição da disponibilidade atual do sistema Cristalino por bacia hidrográfica.

Bacia Hidrográfica	Nº de poços em funcionamento	Vazão média (m³/h)	Disponibilidades Atuais (hm³/ano)
<i>Rio Piranhas</i>	1.160	2,11	10,72
<i>Rio Paraíba</i>	1.002	2,78	12,20
<i>Rio Mamanguape</i>	184	1,97	1,59
<i>Rio Curimataú</i>	51	1,74	0,39
<i>Rio Jacu</i>	30	1,83	0,24
<i>Rio Camaratuba</i>	10	0,83	0,04
<i>Total</i>	2.437		25,18

5.10.2 – Demandas Totais Agregadas e Setoriais

A Tabela apresentada anteriormente, no item 5.7, contemplam a real situação de atendimento atual das demandas, com as seguintes ressalvas:

- as bacias dos Rios Trairi e Guaju não apresentam demandas urbanas, em virtude dos municípios inseridos nas mesmas terem suas demandas urbanas atendidas por outras bacias;
- a ausência de dados de demanda industrial e de pecuária nas bacias dos Rios Abiaí, Trairi e Guaju deve-se à falta destes no acervo utilizado;
- na demanda para a pecuária, estão incluídas as demandas para a carcinocultura.

5.10.3 – Confronto Oferta x Demanda Totais e Atuais Agregadas

O objetivo maior do confronto é verificar se cada unidade de planejamento analisada apresenta saldo ou déficit hídrico. O indicador utilizado é o Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) e Máximas (IUD_M) de cada bacia, sub-bacia e região hidrográfica. A Tabela 30 mostra as disponibilidades calculadas por este PERH, as demandas totais agregadas, atuais e máximas, para o horizonte (2003) e a relação entre elas, dada pelos respectivos IUDs. As disponibilidades totais agregadas estão escritas considerando-se dois somatórios, o primeiro sem introduzir a disponibilidade não garantida estimada para os pequenos açudes, o segundo incorporando esta disponibilidade, com o intuito de averiguar o papel desta disponibilidade específica sobre os indicadores IUDa e IUDm.

Uma análise desta tabela de confronto ofertas - demandas agregadas mostra que, apenas na bacia do rio Gramame, as disponibilidades atuais e máximas agregadas, superficiais e subterrâneas, já estão exauridas. Mais que a demanda urbana da grande João Pessoa (41,9% das demandas totais), é a demanda atual de irrigação que tem maior impacto nas disponibilidades atuais ou máximas, já que representa mais de 52% das demandas atuais. É provável que a parcela do potencial de água subterrânea que é destinada ao atendimento das demandas ecológicas naturais esteja sendo solicitada, por poços ou por açudes captando o escoamento de base, o que não é desejável.

Tabela 31 – Confronto Disponibilidades Atuais e Máximas (metodologia do PERH) com Demandas Atuais (2003) e respectivos Índices de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) e Máximas (IUD_M) por Bacia, Sub-bacia e Região hidrográfica.

Bacia/Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidades Máximas (hm³/ano)		Disponibilidades Atuais (hm³/ano)		Demandas agregadas totais atuais (hm³/ano)	IUD _M		IUD _A	
	Totais sem pequenos açúdes	Totais com pequenos açúdes	Totais sem pequenos açúdes	Totais com pequenos açúdes		Sem pequenos açúdes	Com pequenos açúdes	Sem pequenos açúdes	Com pequenos açúdes
Bacia do Rio Piranhas (PB)	896,18	1.426,62	379,43	909,86	382,97	0,43	0,27	1,01	0,42
<i>Região do Alto Piranhas</i>	114,03	167,32	56,56	109,85	29,10	0,26	0,17	0,51	0,26
<i>Região do Médio Piranhas</i>	96,48	252,58	13,23	169,34	112,87	1,17	0,45	8,53	0,67
<i>Sub-Bacia do Rio do Peixe</i>	180,25	215,89	24,02	59,66	91,42	0,51	0,42	3,81	1,53
<i>Sub-Bacia do Rio Piancó</i>	356,60	483,05	279,87	406,33	94,10	0,26	0,19	0,34	0,23
<i>Sub-Bacia do Rio Espinharas</i>	71,81	200,79	5,32	134,30	45,28	0,63	0,23	8,52	0,34
<i>Sub-Bacia do Rio Seridó</i>	77,02	106,98	0,43	30,39	10,20	0,13	0,10	23,53	0,34
Bacia do Rio Paraíba	669,87	785,29	226,31	341,74	334,32	0,50	0,43	1,48	0,98
<i>Sub-Bacia Taperoá</i>	57,86	76,78	5,78	24,70	12,11	0,21	0,16	2,10	0,49
<i>Região do Alto Paraíba</i>	113,50	162,70	80,35	129,55	71,34	0,63	0,44	0,89	0,55
<i>Região do Médio Paraíba</i>	80,53	101,98	62,84	84,29	69,40	0,86	0,68	1,10	0,82
<i>Região do Baixo Paraíba</i>	417,97	443,83	77,34	103,20	181,46	0,43	0,41	2,35	1,76
Bacia do Rio Jacu	23,11	26,58	5,94	9,41	2,84	0,12	0,11	0,48	0,30
Bacia do Rio Curimataú	41,55	54,17	7,64	20,25	12,64	0,30	0,23	1,66	0,62
Bacia do Rio Gramame	243,87	244,81	147,75	148,69	204,88	0,84	0,84	1,39	1,38
Bacia do Rio Abiaí	243,15	243,78	35,90	36,53	10,52	0,04	0,04	0,29	0,29
Bacia do Rio Miriri	164,02	169,38	28,68	34,04	31,72	0,19	0,19	1,11	0,93
Bacia do Rio Mamanguape	325,91	367,85	101,67	143,61	97,59	0,30	0,27	0,96	0,68
Bacia do Rio Camaratuba	89,19	99,28	13,20	23,29	9,37	0,11	0,09	0,71	0,40
Bacia do Rio Guaju	-	-	0,00	0,00	0,04	-	-	-	-
TOTAL	2.696,85	3.417,76	946,50	1.667,41	1.086,89	0,40	0,32	1,15	0,65

Nota-se também que as demandas atuais da bacia do Rio Mamanguape, da sub-bacia do Rio do Peixe e da região do Baixo Paraíba são reprimidas, não sendo atendidas convenientemente pelas disponibilidades atuais, mesmo considerando a participação dos pequenos açudes. O manejo das disponibilidades remanescentes de cada uma dessas unidades de planejamento seja através de novos açudes, seja através de novos poços ou conjuntamente, é mais que suficiente para atender, em toda sua magnitude, as suas demandas atuais. A bacia do Abiaí, por suas proximidades com a bacia do Gramame e pelo baixo comprometimento de suas demandas atuais com as disponibilidades atuais e máximas (IUDs de, apenas, 29,0% e de 4,00%, respectivamente) pode ser uma alternativa de atendimento das demandas reprimidas e sem possibilidades de atendimento pelas disponibilidades remanescentes da bacia do Gramame.

Nas demais bacias, o confronto revela que as disponibilidades atuais e máximas são suficientes para o atendimento de todas as demandas consuntivas. Porém, vale salientar que, nas bacias dos Rios Piranhas (região do Médio Piranhas e sub-bacias dos Rios Espinharas e Seridó), Paraíba (regiões do Médio e do Baixo Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá), Curimataú e Miriri, as demandas atuais apresentam-se de reprimidas a fortemente reprimidas (Espinharas e Seridó). Isso ocorre devido à desconsideração da disponibilidade dos pequenos açudes, cuja aleatoriedade representa uma séria restrição ao seu uso para atendimento de demandas permanentes, traduzindo o efeito negativo dos açudes sem poder de regularização sobre a disponibilidade com garantia da bacia hidrográfica.

5.10.4 – Confronto Oferta x Demanda Setorial, Atuais

Abastecimento Humano (Urbano e Rural)

As demandas precisam ser supridas, prioritária e permanentemente, conforme exigência das leis federal 9.433/97 e estadual 6.308/96, por fontes que tenham, quantitativamente, 100% de garantia de suprimento nos horizontes atual ou futuros, e, qualitativamente, apresentem-se sem altas restrições de uso, seja por razões econômicas ou financeiras (exigem tratamentos específicos onerosos, como a dessalinização ou a despoluição). Em razão desta última exigência as disponibilidades das bacias dos rios Jacu e Curimataú são nulas.

A Tabela 31 registra as disponibilidades hídricas atuais das bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas que têm 100% de garantia de suprimento e qualidade física, química e microbiológica compatível com o consumo humano, urbano e rural, e respectivas demandas atuais no que se refere ao abastecimento humano (2003).

A Tabela revela que a demanda humana não é atendida (N/A) nas bacias dos rios Seridó, Trairi, Jacu e Curimataú, estas duas últimas por restrições qualitativas somente contornáveis por redução da salinidade de suas águas. Nas bacias dos rios Jacu e Curimataú as águas dos sistemas de abastecimento urbano não são utilizadas pela população para dessedentação. Apenas para consumo doméstico e somente após a renovação de suas águas quando os reservatórios recebem novas águas menos salinizadas. A população, neste caso, se abastece de água de “carros pipa”.

Tabela 32 – Confronto entre as Disponibilidades Atuais com 100% de garantia de vazão regularizada e Demandas Humanas (urbanas e rurais) Atuais.

Bacia, Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidade Atual Total, Sem Pequenos Açudes (hm³/ano)	Demanda Humana Atual (hm³/ano)	IUD _A
Bacia do Rio Piranhas	379,43	40,84	0,11
Região do Alto Piranhas	56,56	11,01	0,19
Região do Médio Piranhas	13,23	6,08	0,46
Sub-Bacia do Rio do Peixe	24,02	3,31	0,14
Sub-Bacia do Rio Piancó	279,87	16,54	0,06
Sub-Bacia do Rio Espinharas	5,32	1,53	0,29
Sub-Bacia do Rio Seridó	0,43	2,38	5,48
Bacia do Rio Paraíba	226,31	71,29	0,32
Sub-Bacia do Rio Taperoá	5,78	1,10	0,19
Região do Alto Paraíba	80,35	46,97	0,58
Região do Médio Paraíba	62,84	2,72	0,04
Região do Baixo Paraíba	77,34	20,51	0,27
Bacia do Rio Jacu	5,94	1,70	0,29^(*)
Bacia do Rio Curimataú	7,64	3,66	0,48^(*)
Bacia do Rio Gramame	147,75	85,10	0,58
Bacia do Rio Abiaí	35,90	2,35	0,07
Bacia do Rio Miriri	28,68	0,67	0,02
Bacia do Rio Mamanguape	101,67	20,30	0,20
Bacia do Rio Camaratuba	13,20	2,52	0,19
Bacia do Rio Guaju	-	0,02	-
Bacia do Rio Trairi	-	0,05	-
TOTAL	946,50	228,50	0,24

Na bacia do rio Trairi, seu potencial fluvial (de 15,76 milhões de m³/ano) não foi, formalmente, ativado para a satisfação das suas demandas, do tipo humana rural, não havendo demanda urbana na área paraibana da bacia.

Na região hidrográfica do Seridó, a demanda humana, urbana e rural, está altamente reprimida, em virtude da inexistência de reservatórios com capacidade de regularização plurianual, embora ainda haja uma razão (IAD) entre as disponibilidades atuais e as passíveis de serem manejadas de águas fluviais, suficiente para suprir, com sobras, as demandas humanas atuais. Como tal manejo não foi implantado, esta demanda está, com certeza, sendo atendida por água de pequenos açudes, sujeita, portanto, a colapso quando da ocorrência de secas.

Na bacia do rio Gramame, embora o IUD de disponibilidades e demandas agregadas aponte para a exaustão das disponibilidades, atuais e máximas, da bacia, o IUD_A referente à demanda setorial humana mostra que não é o sistema de abastecimento humano da região metropolitana de João Pessoa o responsável pelo comprometimento das disponibilidades da bacia, mas sim, a demanda de irrigação, corroborando a análise inicial realizado com os IUD's agregados. Igual situação acontece na bacia do rio do Peixe, com a ressalva de que a exaustão ocorre em relação às disponibilidades atuais (IUD_A= 1,53), podendo a demanda de irrigação ser suprida com o manejo das disponibilidades máximas da própria bacia do rio do Peixe.

Conclui-se que, apenas, nas bacias dos rios Jacu e Curimataú, as demandas humanas, urbanas e rurais, não poderiam ser atendidas com os seus próprios recursos hídricos, por razões ligadas à qualidade química de suas águas, incompatíveis com o consumo humano. Este

suprimento teria que ser aduzido a partir de reservatórios superficiais, com vazão 100% garantida, construídos em unidades hidrográficas vizinhas ou as mais próximas possíveis, desde que a unidade cedente tivesse superávit para isso.

Nas demais bacias, em tese, a demanda humana atual estaria atendida. Ocorre que a condição de garantia da vazão ofertada (100%) em reservatórios situados no semi-árido paraibano quase nunca é satisfeita. Com efeito, a maioria dos sistemas de abastecimento urbano têm, como fonte de suprimento, reservatórios de pequeno porte sem nenhuma condição de regularização plurianual da oferta. Mesmo açudes de grande porte, como o Boqueirão, têm o suprimento hídrico racionado, e pequenos e médios, situados nas regiões hidrográficas do Alto e Médio Paraíba, Jacu, Curimataú, Seridó, Espinharas e, menos frequentemente, nas demais unidades localizadas no polígono das secas, atingem a completa exaustão.

Abastecimento Industrial

Este abastecimento deve ser atendido pelas disponibilidades remanescentes da oferta atual de reservatórios superficiais com vazão regularizada com 100% de garantia, acrescidas das vazões a fio d'água (vazão de permanência a 98%) em todas as bacias, sub-bacias e regiões hidrográficas do Estado. No caso das unidades de planejamento litorâneas, onde ocorre o sistema aquífero Paraíba-Pernambuco, a estas disponibilidades superficiais, devem ser somadas as disponibilidades atuais de água subterrânea de cada unidade. As disponibilidades e demandas industriais de cada unidade e seus respectivos índices de utilização são apresentadas na Tabela 33.

Tabela 33 – Disponibilidades Atuais, Demanda Industrial Atual e Índices de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A).

Bacia, Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidade Remanescente para a Indústria ⁽¹⁾ (hm ³ /ano)	Demanda Industrial Atual (hm ³ /ano)	IUD _A
Bacia do Rio Piranhas	338,59	4,978	0,015
Região do Alto Piranhas	45,54	0,06	0,001
Região do Médio Piranhas	7,15	0,921	0,129
Sub-Bacia do Rio do Peixe	20,71	1,869	0,090
Sub-Bacia do Rio Piancó	263,33	0,547	0,002
Sub-Bacia do Rio Espinharas	3,79	1,48	0,391
Sub-Bacia do Rio Seridó	-	0,101	-
Bacia do Rio Paraíba	155,02	37,318	0,241
Sub-Bacia do Rio Taperoá	4,68	0,291	0,062
Região do Alto Paraíba	33,39	0,229	0,007
Região do Médio Paraíba	60,12	12,048	0,200
Região do Baixo Paraíba	56,83	24,75	0,435
Bacia do Rio Jacu	4,24	0,095	0,022
Bacia do Rio Curimataú	3,97	0,249	0,063
Bacia do Rio Miriri	28,00	0,032	0,001
Bacia do Rio Mamanguape	81,37	6,971	0,086
Bacia do Rio Camaratuba	10,68	0,245	0,023
Bacia do Rio Guaju	-	-	-

Tabela 33 – Disponibilidades Atuais, Demanda Industrial Atual e Índices de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A) (continuação).

Bacia, Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidades Remanescentes para a indústria.	Demanda Industrial Atual	IUD _A
<i>Bacia do Rio Gramame</i>	62,65	1,175	0,019
Abiaí⁽¹⁾	33,55	-	-
Trairi	-	-	-
TOTAL ESTADO	718,00	51,063	0,071

(1) Unidades com participação das disponibilidades subterrâneas.

Vê-se pela tabela que apenas a região hidrográfica do Baixo Paraíba, onde se situa a região metropolitana de João Pessoa, apresenta demanda significativa em relação às disponibilidades atuais superficiais restantes e subterrâneas incorporadas.

Nas bacias do Jacu e Curimataú, as já consideradas altas restrições qualitativas apresentam, também, obstáculos consideráveis ao atendimento destas demandas.

Na região hidrográfica do Seridó o comprometimento total de suas disponibilidades atuais, seja superficial, seja subterrânea, mostra que esta atividade não está convenientemente suprida, ou está utilizando boa parte disponibilidades destinadas ao abastecimento humano, urbano e rural. Como existe um déficit de disponibilidade garantida, esta atividade, como acontece com a demanda humana, muito provavelmente, tem como fonte de suprimento os recursos hídricos da pequena açudagem, estando sujeita, igualmente a colapso com a ocorrência de secas.

Nas bacias dos rios Guaju, Abiaí e Trairi, simplesmente, inexistente atividade industrial, razão porque os índices de utilização das disponibilidades são nulos.

Abastecimento da Pecuária

A tipologia desta demanda é compatível com as características quantitativas e qualitativas das disponibilidades de água subterrânea provenientes do sistema aquífero Cristalino, dadas pelas vazões dos poços perfurados e em exploração. Infelizmente, a estimativa destas disponibilidades, apenas foi realizada por bacia, não se dispondo dos dados por sub-bacia ou por região hidrográfica e, somente, para as disponibilidades atuais. O confronto com as demandas da pecuária, é apresentado na Tabela 34.

Tabela 34 – Confronto Disponibilidades Atuais do Sistema Aquífero Cristalino com Demandas Atuais da Pecuária (inclui aquíicultura)

Bacia Hidrográfica	Disponibilidades Atuais do Sistema Cristalino (hm ³ /ano)	Demandas Atuais da Pecuária (hm ³ /ano)	IUD _A
Rio Piranhas	10,720	13,650	1,273
Rio Paraíba	12,200	55,204	4,525
Rio Jacu	0,240	0,342	1,426
Rio Curimataú	0,390	1,857	4,761
Rio Mamanguape	1,590	10,990	6,912
Rio Camaratuba	0,040	1,707	42,671
TOTAL	25,180	83,750	3,326

Os poços em operação do sistema aquífero Cristalino não são capazes de atender toda a demanda da pecuária. Na realidade, a disponibilidade atual carece de atualização. A

Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) está em vias de concluir novo levantamento.

Até a conclusão desse projeto, a demanda da pecuária será confrontada com as disponibilidades hídricas eventualmente remanescentes dos balanços anteriores, acrescidas das disponibilidades superficiais de pequenos açudes. A Tabela 35 mostra o cotejo entre estas disponibilidades somadas e as demandas da pecuária, por bacia, sub-bacia ou região hidrográfica.

Tabela 35 – Disponibilidades Totais Restantes X Demanda Atual da Pecuária.

Bacia, Sub-Bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidade de Pequenos Açudes (hm³/ano)	Disponibilidade Remanescente para a Pecuária (hm³/ano)		Demanda Atual da Pecuária (hm³/ano)	IUD _A ⁽¹⁾
		Sem pequenos açudes	Com pequenos açudes		
Bacia do Rio Piranhas	530,44	333,61	864,05	14,37	0,017
Região do Alto Piranhas	53,30	45,48	98,78	1,151	0,012
Região do Médio Piranhas	156,10	6,23	162,34	1,954	0,012
Sub-Bacia do Rio Peixe	35,64	18,84	54,48	1,775	0,033
Sub-Bacia do Rio Piancó	126,46	262,79	389,24	5,925	0,015
Sub-Bacia do Rio Espinharas	128,98	2,31	131,29	1,807	0,014
Sub-Bacia do Rio Seridó	29,96	-	29,96	1,759	0,059
Bacia do Rio Paraíba	115,42	117,71	233,13	55,204	0,237
Sub-Bacia do Rio Taperoá	18,92	4,39	23,31	1,538	0,066
Região do Alto Paraíba	49,20	33,16	82,35	2,171	0,026
Região do Médio Paraíba	21,44	48,08	69,52	2,029	0,029
Região do Baixo Paraíba	25,86	32,08	57,94	49,466	0,854
Bacia do Rio Jacu	3,47	4,14	7,61	0,342	0,045
Bacia do Rio Curimataú	12,61	3,73	16,34	1,857	0,114
Bacia do Rio Gramame	0,95	61,47	62,42	10,815	0,173
Bacia do Rio Abiaí	0,63	33,55	34,18	8,169	0,239
Bacia do Rio Miriri	5,36	27,97	33,33	28,303	0,849
Bacia do Rio Mamanguape	41,94	74,40	116,34	10,99	0,094
Bacia do Rio Camaratuba	10,09	10,43	20,52	1,707	0,083
Bacia do Rio Guaju	0,00	-	-	0,014	-
Bacia do Rio Trairi	0,00	-	-	0,02	N/A ⁽²⁾
TOTAL	720,91	666,94	1387,85	131,791	0,095

(1) Razão entre a Demanda Atual da Pecuária e a Disponibilidade Remanescente para a Pecuária, com Pequenos Açudes.

(2) A demanda não foi atendida por restrições qualitativas.

A tabela mostra que a demanda da pecuária é significativa na região hidrográfica do Baixo Paraíba e na bacia do rio Miriri, comprometendo, respectivamente, 85,4% e 84,9% das disponibilidades atuais daquelas unidades de planejamento. Os saldos, relativamente pequenos (8,474hm³/ano e 5,027hm³/ano, respectivamente), apontam para o fomento de recursos hídricos destas bacias em prazos curtos para atendimento das demandas crescentes, principalmente, humanas e industriais (caso do turismo, em particular). Nas demais bacias, as demandas da pecuária são muito pequenas, não pressionando as ofertas e não concorrendo, significativamente, com outras demandas.

Abastecimento da Irrigação

A demanda da irrigação é cotejada com o saldo das disponibilidades atuais de todas as fontes de suprimento, superficiais e subterrâneas, resultante do confronto com a demanda da pecuária. A Tabela 36 apresenta as disponibilidades atuais restantes por bacia, sub-bacia ou região hidrográfica e as respectivas demandas de irrigação. A relação entre estas demandas e disponibilidades explica a provável situação atual de cada unidade de planejamento do Estado, pelo Índice de Utilização das Disponibilidades Atuais (IUD_A).

Tabela 36 - Confronto Disponibilidades Atuais x Irrigação.

Bacia, Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidades Atuais Totais Restantes ⁽¹⁾ (hm³/ano)	Demandas Atuais de Irrigação (hm³/ano)	IUD_A
Bacia do Rio Piranhas	319,24	323,503	1,013
Região do Alto Piranhas	44,33	16,872	0,381
Região do Médio Piranhas	4,28	103,919	24,282
Sub-Bacia do Rio do Peixe	17,07	84,467	4,948
Sub-Bacia do Rio Piancó	256,86	71,095	0,277
Sub-Bacia do Rio Espinharas	0,50	41,188	81,966
Sub-Bacia do Rio Seridó	-	5,962	-
Bacia do Rio Paraíba	62,50	170,506	2,728
Sub-Bacia do Rio Taperoá	2,85	9,185	3,221
Região do Alto Paraíba	30,99	21,979	0,709
Região do Médio Paraíba	46,05	52,607	1,142
Região do Baixo Paraíba	-	86,736	-
Bacia do Rio Jacu	3,80	0,705	0,185
Bacia do Rio Curimataú	1,87	6,873	3,679
Bacia do Rio Gramame	50,66	107,796	2,128
Bacia do Rio Abiaí	25,38	0	-
Bacia do Rio Miriri	-	2,71	-
Bacia do Rio Mamanguape	63,41	59,331	0,936
Bacia do Rio Camaratuba	8,73	4,898	0,561
Bacia do Rio Guaju	-	0	-
Bacia do Rio Trairi	-	0	-
TOTAL	535,15	676,323	1,264

(1) Resultante da diferença entre a Disponibilidade Remanescente para a Pecuária SEM CONSIDERAR OS PEQUENOS AÇUDES e a demanda atual atendida da pecuária.

No Médio Paraíba, as disponibilidades atuais já atingem o limite de atendimento desta demanda e nas bacias do rio do Peixe, do rio Gramame e na região do Baixo Paraíba as demandas de irrigação, ou estão reprimidas ou concorrem com outras demandas. Na realidade, o perímetro das Várzeas de Souza, localizado na bacia do rio do Peixe, terá sua demanda atendida pelo reservatório Coremas- Mãe d'Água, situado na bacia do rio Piancó. Este fato deverá ser considerado nos cenários futuros da etapa de planejamento deste Plano.

Nas bacias litorâneas, destaca-se a Bacia do Rio Gramame ($IUD_A=2,128$), apresentando um déficit hídrico da ordem de 57,136 hm³/ano e, na Bacia do Rio Mamanguape, a disponibilidade hídrica para a irrigação encontra-se quase que totalmente exaurida, com valor de IUD_A igual a 0,936.

5.10.5 – Áreas com Saldos ou Déficits Hídricos

A identificação de áreas com déficits ou de saldos hídricos é obtida pela diferença entre as disponibilidades atuais e as demandas totais atuais. Em termos quantitativos, os resultados deste confronto estão apresentados na Tabela 37, por bacia, sub-bacia ou região hidrográfica. A participação por segmento hídrico também é mostrada na tabela.

Tabela 37 – Diferença entre disponibilidades Atuais e Demandas Atuais

Bacia/Sub-bacia ou Região Hidrográfica	Disponibilidades Atuais (hm³/ano)		Demandas agregadas totais atuais (hm³/ano)	Diferença entre Disponibilidades Atuais e Demandas Totais (hm³/ano)	
	Totais sem pequenos açudes	Totais com pequenos açudes		Sem pequenos açudes ⁽⁵⁾	Com pequenos açudes ⁽⁶⁾
Bacia do Rio Piranhas	380,23	910,66	382,97	-2,74	527,69
<i>Região do Alto Piranhas</i>	56,56	109,85	29,10	27,46	80,75
<i>Região do Médio Piranhas</i>	13,23	169,34	112,87	-99,64	56,46
<i>Sub-Bacia do Rio do Peixe</i>	24,82	60,46	91,42	-66,60	-30,96
<i>Sub-Bacia do Rio Piancó</i>	279,87	406,33	94,10	185,76	312,22
<i>Sub-Bacia do Rio Espinharas</i>	5,32	134,30	45,28	-39,97	89,02
<i>Sub-Bacia do Rio Seridó</i>	0,43	30,39	10,20	-9,76	20,19
Bacia do Rio Paraíba	226,31	341,74	334,32	-108,00	7,42
<i>Sub-Bacia Taperoá</i>	5,78	24,70	12,11	-6,33	12,59
<i>Região do Alto Paraíba</i>	80,35	129,55	71,34	9,01	58,20
<i>Região do Médio Paraíba</i>	62,84	84,29	69,40	-6,56	14,89
<i>Região do Baixo Paraíba</i>	77,34	103,20	181,46	-104,12	-78,26
Bacia do Rio Jacu	5,94	9,41	2,84	3,10	6,57
Bacia do Rio Curimataú	7,64	20,25	12,64	-5,00	7,61
Bacia do Rio Gramame	147,75	148,69	204,88	-57,14	-56,19
Bacia do Rio Abiaí	35,90	36,53	10,52	25,38	26,01
Bacia do Rio Miriri	28,68	34,04	31,72	-3,04	2,32
Bacia do Rio Mamanguape	101,67	143,61	97,59	4,08	46,02
Bacia do Rio Camaratuba	13,20	23,29	9,37	3,83	13,92
Bacia do Rio Guaju	0,00	0,00	0,04	-	-
TOTAL	946,50	1.667,41	1.086,89	-140,39	580,52

Foram observados déficits hídricos no atendimento das demandas totais de algumas bacias conforme Tabela acima, destacando-se como maiores deficitárias, as Regiões do Baixo Paraíba e do Médio Piranhas, com valores da ordem de 104,12 hm³/ano e 99,640 hm³/ano, respectivamente, quando não se leva em conta as reservas dos pequenos açudes. O fato da análise não levar em consideração tais reservas, reside no fato de que, nas demandas totais estão incluídas as demandas para abastecimento humano (urbano e rural), as quais devem ser atendidas com garantia de 100%, garantia esta, não observada nos pequenos açudes, principalmente, da região semi-árida do Estado.

5.10.6 – Alternativas de Soluções para os Déficits Hídricos

A situação deficitária dos recursos hídricos da bacia do Gramame não se deve às demandas endógenas de pecuária, abastecimento humano rural e irrigação, mas ao fato de que a bacia exporta quase 50% de suas disponibilidades totais para o abastecimento urbano da região metropolitana da grande João Pessoa. A solução, portanto, passaria pela suspensão ou cancelamento de parcela da vazão exportada que resulta em déficit para as demandas internas,

com a sua conseqüente substituição por recursos de outra bacia. Portanto, não há sentido na importação de água para esta bacia, mas sim ao abastecimento da região metropolitana da grande João Pessoa, mais precisamente para a estação de tratamento (ETA) do sistema de abastecimento urbano respectivo. Isto liberaria valiosos recursos hídricos para o atendimento da demanda de irrigação da bacia, atualmente, já muito alta.

Por outro lado, a importação de água de bacias vizinhas para atendimento da demanda de irrigação se afigura menos indicada, já que os custos para viabilizá-la (captação, adutora e distribuição para as várias áreas irrigadas), certamente, seriam maiores que os necessários para a injeção de recursos hídricos na rede adutora que serve ao abastecimento da região metropolitana de João Pessoa. A adução dos recursos hídricos da bacia do rio Abiaí seria a solução para o problema.

Uma alternativa para a minimização do problema está relacionada à gestão da demanda de irrigação da bacia do Gramame que precisa ser controlada, pela introdução de métodos, processos e, mesmo, pela substituição de tipos de culturas, visando uma maior eficiência da irrigação e redução da demanda hídrica. Mas, esta gestão da demanda de irrigação não resolveria o problema em toda a sua dimensão. E o abastecimento humano é prioritário. Portanto, a solução deve ser tal que as duas demandas sejam atendidas com economicidade e bom senso.

5.10.7 – Considerações Finais

O confronto entre oferta e demanda revela que não existem maiores problemas para o adequado suprimento hídrico das demandas consuntivas relacionadas. Estas são demandas normais, comuns a qualquer região climática. Todavia, existe na região semi-árida do Nordeste, extensivamente ocupada por uma agricultura de subsistência, dita de sequeiro, uma demanda que não é considerada nos planos de recursos hídricos regionais e estaduais formulados: é a demanda dessa atividade agrícola quando ocorrem as secas. Nestes planos, tudo se passa como se o período chuvoso do semi-árido fosse regular, como acontece, muito freqüentemente, nas regiões de climas úmidos, sub-úmidos ou temperados do Brasil e do Mundo. No semi-árido paraibano, em particular nas regiões naturais dos Cariris Velhos da Paraíba e no Curimataú, as irregularidades pluviais são freqüentes, ocorrendo, mesmo em anos de chuvas médias ou superiores, os denominados “veranicos” que acarretam danos às colheitas, sejam elas ou não de subsistência. Isto ocorre, obviamente, porque a demanda hídrica provocada pelo veranico não é atendida. Para que isto ocorresse, seria preciso dotar estas áreas de produção agrícola de sistemas de irrigação, os mais simples e eficientes possíveis (tipo mandala), de modo a que uma boa parte dessa produção agrícola não sofresse os efeitos danosos dos veranicos e pudesse ser colhida. Evidentemente, nem toda a área destinada à cultura de subsistência poderia ser assistida por este tipo de irrigação, por restrições diversas (plantações em encostas de elevações, custo de energia, etc.), necessitando-se de um levantamento dessas áreas, bem como de estudos visando à quantificação mais precisa destas demandas. A chamada “convivência com as secas”, passa por estas ações e não pelas frentes de emergência e outros programas do gênero.

5.11 – TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS ENTRE BACIAS HIDROGRÁFICAS

5.11.1 - Transposição e Integração de Bacias Estaduais

De acordo com esse diagnóstico, todas as demandas poderiam, em tese, ser atendidas pelas disponibilidades locais de cada unidade de planejamento. A exceção a esta regra está relacionada com as demandas para a irrigação de algumas bacias, conforme mostrado no item 5.10 e as demandas relacionadas com o setor de abastecimento humano urbano nas bacias dos rios Jacu e Curimataú e na sub-bacia do Rio Seridó.

Nas duas primeiras unidades hidrográficas a demanda humana não pode ser convenientemente suprida, em virtude das altas restrições qualitativas de suas águas superficiais e quantitativas e qualitativas de suas águas subterrâneas. Como exemplo, tem-se o caso do açude Cacimba da Várzea (bacia do Curimataú), com índices de salinidade que o tornam impréstável ao consumo humano e industrial, além de um grande número de poços com vazões e índices de salinidade, também, incompatíveis com o consumo humano.

Na região hidrográfica do Seridó, o problema decorre do padrão de drenagem da bacia no Estado: trata-se de cursos d'água de menor ordem, separados, isolados uns dos outros e descontínuos, não constituindo uma bacia, no sentido estrito do termo, em que afluentes despejam suas águas em cursos d'água de ordem maior, até formarem um rio principal. Na realidade, a região hidrográfica do Seridó é composta de parcelas de afluentes sem nenhuma conexão hidrográfica enquanto localizados no território paraibano. Isto dificulta a construção de reservatórios com capacidade de regularização plurianual (vazão regularizada com 100% de garantia), requisito necessário ao atendimento permanente das demandas humanas. Esta dificuldade não significa impossibilidade. Existe a possibilidade de reservatórios deste tipo serem erigidos nesta unidade hidrográfica, que somente pode ser definida com estudos hidrológicos e hidrográficos adicionais.

O caso da bacia do rio Gramame, que já se encontra em situação deficitária, não se enquadra nesta moldura de transposição ou interligação de bacias, já que, não são as demandas endógenas as responsáveis pelo déficit de recursos hídricos, pelo menos, os superficiais desta unidade de planejamento, mas, o fato da bacia ser exportadora desses recursos.

5.11.2 – Projeto São Francisco

O Projeto de Transposição pretende derivar pequena parcela de água da bacia do Rio São Francisco para vários rios intermitentes e açudes neles construídos e responsáveis pelo abastecimento do Nordeste Setentrional. Essa região, sujeita a freqüentes secas prolongadas e conseqüentes ações emergenciais, depende da garantia de água para viabilizar a geração de atividades produtivas, necessárias ao desenvolvimento regional sustentável.

As principais finalidades do projeto são o abastecimento humano e a oferta de água para o desenvolvimento de atividades econômicas, dentre as quais a indústria e a irrigação. De início, o projeto deverá promover uma elevação da qualidade de vida da população no que se refere a saneamento básico, abrindo caminho para outras melhorias nessa área, bem como para o desenvolvimento de atividades produtivas que têm na água um dos seus mais importantes insumos.

a) Bacias Receptoras e Eixos de Interligação

Na Tabela 38 são apresentadas as bacias receptoras e os eixos de interligação.

Tabela 38 – Bacias Receptoras/População e Déficit Hídrico Relativo ao Uso Múltiplo da Água.

ESTADO	BACIA	POPULAÇÃO (mil habitantes)		DÉFICIT HÍDRICO (m³/s)	
		Atual	2025	Atual	2025
Ceará	Juaribe	1.098	1.075	0,5	34
	Metropolitana/Fortaleza	2.822	5.239	3,5	19
	Total	3.920	6.314	4,0	53
Paraíba	Piranhas	487	509	-	14
	Paraíba	1.376	2.122	4,6	13
	Total	1.863	2.631	4,6	27
Rio Grande do Norte	Piranhas-Açu	288	316	-	25
	Apodi	398	539	-	34
	Total	686	855	-	59
Transferência Hídrica Total	Eixo Norte	5.093	7.678	4,0	126
	Eixo Leste	1.376	2.122	4,6	13
	Total	6.469	9.800	8,6	139
Pernambuco	Brígida/Terra Nova	209	131	-	10
	Moxotó	111	134	2,0	14
	Total	320	265	2,0	24
Projeto	Eixo Norte	5.302	7.809	4,0	136
	Eixo Leste	1.487	2.256	6,6	27
TOTAL		6.789	10.065	10,6	163

Fonte: Ministério da Integração Nacional

b) Objetivos

O Projeto São Francisco tem como objetivo principal a eliminação dos constrangimentos do acesso à água de boa qualidade por parcela expressiva da população brasileira. O Projeto visa o aumento da garantia do suprimento hídrico, sem a qual o desenvolvimento sustentável não se realiza.

c) Vazões do Projeto

As vazões do Projeto são mostradas na Tabela 39.

Tabela 39 – Vazões do Projeto por Estado (m³/s)

Estado	Eixo Norte	Eixo Leste	TOTAL
Paraíba	10 m³/s	10 m³/s	20 m³/s
Ceará	40 m³/s	-	40 m³/s
Rio Grande do Norte	39 m³/s	-	39 m³/s
Total Transferido	89 m³/s	10 m³/s	99 m³/s
Pernambuco	10 m³/s	18 m³/s	28 m³/s
TOTAL	99 m³/s	28 m³/s	127 m³/s

Fonte: Ministério da Integração Nacional

5.11.3 – Considerações Finais

As águas a serem aduzidas servirão, principalmente, para garantir o abastecimento das populações e rebanhos e, subsidiariamente, para fortalecer o atendimento de demandas da indústria e da agricultura irrigada.

Existe uma razoável quantidade de obras de infra-estrutura hídrica disseminadas pelas diversas regiões do Estado, compreendendo açudes públicos federais e estaduais, açudes particulares, adutoras, poços tubulares e escavados, implúvios, cisternas e outras formas de captação, além de trechos de rios perenizados por grandes reservatórios. É através dessas obras e de outras a serem implantadas, que as águas provenientes do Projeto São Francisco serão armazenadas e distribuídas para as finalidades a que se destinam (Figura 18).

5.12 – FATORES DE DEGRADAÇÃO E PRINCIPAIS FOCOS DE POLUIÇÃO

A degradação e os focos de poluição das águas superficiais e subterrâneas de todas as bacias do Estado resultam de fatores naturais e de ações antrópicas. Os fatores naturais estão relacionados com a constituição geológica, com os elementos do clima, vegetação, solo e relevo e, naturalmente, com os recursos hídricos. Os efeitos do antropismo resultam das atividades sobre estes recursos naturais, sendo as mais significativas, a urbanização, a industrialização, a pecuária e a irrigação.

Neste estudo, observou-se que as áreas ocupadas com Caatinga, na maioria dos municípios das bacias analisadas, podem ser consideradas pouco significativas, em termos de extensão. Isso é um motivo de preocupação para os órgãos responsáveis pelo meio ambiente, exigindo dos mesmos uma fiscalização mais severa para que essas áreas não sejam submetidas a um processo de exploração irracional. Também se faz necessário introduzir projetos importantes nessas áreas – a exemplo de reflorestamentos com espécies nativas – e que os imóveis rurais cumpram as determinações oficiais referentes à manutenção e/ou reposição das matas ciliares e reservas legais, com o propósito de garantir o equilíbrio ambiental, através da introdução de espécies nativas, minimizando os riscos e estágios de degradação dos solos, além de preservar as nascentes dos rios e seus cursos e prevenir o assoreamento dos mananciais existentes na área em estudo. Vale ressaltar que o equilíbrio hidrológico de uma determinada área está relacionado também à sua cobertura vegetal e, pelo que foi observado, esta se encontra bastante degradada na maioria das bacias em questão.



Na Tabela 40 são mostradas, para algumas das bacias do Estado, as atividades que mais se destacam e seus efeitos no meio ambiente e nos recursos hídricos.

Tabela 40 – Atividades e seus efeitos no meio ambiente ou nos recursos hídricos das bacias do Estado da Paraíba

Bacia	Atividades de Destaque	Efeitos no meio ambiente ou nos recursos hídricos
Piranhas e Paraíba	Existência de vários projetos de irrigação, tanto de dependência pública como privada, que não têm cumprido a legislação ambiental.	Poluição dos recursos hídricos, em função do uso indiscriminado de agrotóxicos, e assoreamento dos mananciais, em decorrência do uso inadequado do solo.
Curimataú	Registra-se a exploração da piscicultura, em manancial de dependência pública, e de irrigação e abastecimento, a partir de poços tubulares.	Não se tem informações da existência de fatores de degradação e poluição ocasionados por esses usos.
Mamanguape	É bastante intenso o uso dos recursos hídricos para fins de irrigação, piscicultura, carcinocultura, indústrias e abastecimento humano.	Há uma grande concentração de agentes de degradação e poluição dos recursos hídricos da bacia.
Camaratuba	O meio ambiente e os recursos hídricos são bastante explorados para fins de irrigação, abastecimento humano e, em menor escala, indústrias.	O meio ambiente e os recursos hídricos se mostram bastante susceptíveis a processos mais avançados de degradação e poluição, o que requer cuidados especiais quando do Planejamento.
Guaju	Os recursos hídricos são utilizados para a piscicultura, embora ainda incipiente, de conformidade com as informações sobre a concessão de outorgas, fornecidas pela SEMARH.	-
Gramame	De acordo com as informações de concessão de outorgas pela SEMARH, registra-se um elevado número de projetos de irrigação, piscicultura e carcinocultura, além do uso dos recursos hídricos pelas indústrias, para abastecimento humano e para dessedentação animal.	O intenso uso múltiplo dos recursos hídricos vem proporcionando sua degradação ambiental e poluição.
Miriri	Destaca-se o uso dos recursos hídricos para irrigação, de conformidade com as informações fornecidas pela SEMARH.	-
Abiaí	Registra-se um elevado número de projetos de irrigação, conforme as informações de outorga concedidas pela SEMARH.	Propicia a poluição e a degradação da bacia.

De acordo com esse estudo, e como se pode observar também no quadro exposto, os principais fatores de degradação (impactos) e focos de poluição observados na maioria das bacias do Estado e que afetam aos recursos hídricos, nos seus aspectos qualitativos e quantitativos, são:

- **Desmatamento:** é verificado em todas as bacias do Estado, acarretando em desertificação em algumas áreas (Seridó, Jacu, Curimataú, Cariris), e na perda de amplas áreas de atenuação das descargas poluidoras nas águas superficiais. A vegetação retém poluentes e diminui o fluxo da água escoada, além de ser um fator fundamental para a retenção da água no solo, contribuindo com a recarga dos aquíferos. Outras consequências do desmatamento podem ser citadas: a) os materiais escoados das bacias hidrográficas antropizadas chegam de forma mais brutal nos corpos d'água das áreas desmatadas, arrastando maiores fragmentos de solo e causando assoreamento mais intenso; b) o desmatamento causa a perda de

florestas ripárias e, com isso, a perda de biodiversidade de aves e outros seres vivos que ali habitam; c) há um aumento da insolação com o desmatamento, deixando mais acentuada a evaporação e, conseqüentemente, acarretando numa maior concentração de sais na água; d) a água fica mais turva devido à ausência de atenuação do escoamento superficial, com maior concentração de materiais em suspensão, alterando-se a cor, o odor, o sabor e o conteúdo de íons; e) aumenta também a contaminação fecal, e águas usadas para abastecimento humano podem perder tal condição de uso. O mapa de cobertura vegetal (Figura 2.9) mostra claramente esta situação ao nível do Estado. Mais de 90% das matas ciliares estão destruídas ou alteradas, sendo necessária sua urgente recuperação.

- **Agricultura irrigada:** é um dos fatores que mais contribuem com a degradação da qualidade da água de rios e açudes. As práticas agrícolas são antiquadas, como as plantações seguindo as linhas descendentes das águas e não as curvas de nível, o que permitiria uma maior penetração da água no solo e provocaria um menor arrasto de solo com o escoamento superficial. Destaca-se ainda que a fragilidade de numerosos estudos de irrigação não tem propiciado a preservação ambiental. Pelo contrário, tem favorecido a salinização dos solos e a desertificação, além do assoreamento dos corpos d'água. Neste contexto, merecem revisão os inúmeros projetos de irrigação implantados nas diferentes bacias do Estado. Outro fator é o desmatamento de grandes áreas para a agricultura irrigada, que, no geral, são destinadas à monocultura. Destas áreas, escoam águas carregadas de agrotóxicos e nutrientes que aceleram a eutrofização dos corpos d'água e causam seu assoreamento, a perda de oxigênio dissolvido e a mortalidade de peixes. Estes efeitos, no seu conjunto, alteram a qualidade e impedem seu uso para consumo humano e industrial.
- **Mineração:** A atividade mineradora está presente em várias bacias do Estado, destacando-se as Microrregiões do Curimataú Ocidental, Cariri Oriental, Cariri Ocidental e do Seridó. O acúmulo de minérios nos solos e nas águas superficiais próximas, juntamente com a perda da estrutura dos solos e com o aumento da erosão e do assoreamento dos corpos aquáticos, são as principais conseqüências desta atividade considerada como fator de degradação.
- **Despejos de resíduos líquidos domésticos:** Provenientes de áreas intensamente povoadas, estes despejos ocorrem em todas as bacias, prejudicando de forma mais intensa os açudes e rios que se localizam à jusante das sedes municipais, para onde estes resíduos escoam. Os esgotos domésticos são os principais focos de poluição orgânica nas águas nordestinas, devido à falta de estações de tratamento de esgotos (a Paraíba possui apenas 16 Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos, que precisam ser modernizadas para produzir efluentes não poluidores). Entre os piores poluidores estão os esgotos de Campina Grande, que comprometem o Riacho Bodocongó, usado para: irrigação irrestrita, por mais de 130 famílias de agricultores; para lavagem de roupas; e recreação. Além disso, concentrações significativas de fósforo e nitrogênio, transportados por este riacho, atingem o Rio Paraíba no seu Médio Curso, também impactado, a jusante, por resíduos líquidos de outras cidades (Ingá, Pedro Velho, etc), atingindo, na seqüência, o açude Acauã. Os esgotos de João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, entre muitos outros, atingem os estuários de rios do litoral, comprometendo a pesca e a aqüicultura. Os efluentes de todas as ETEs do Estado deságuam em rios menores que atingem, em geral, os rios principais. O Rio Jaguaribe (em João Pessoa), o Riacho Bodocongó

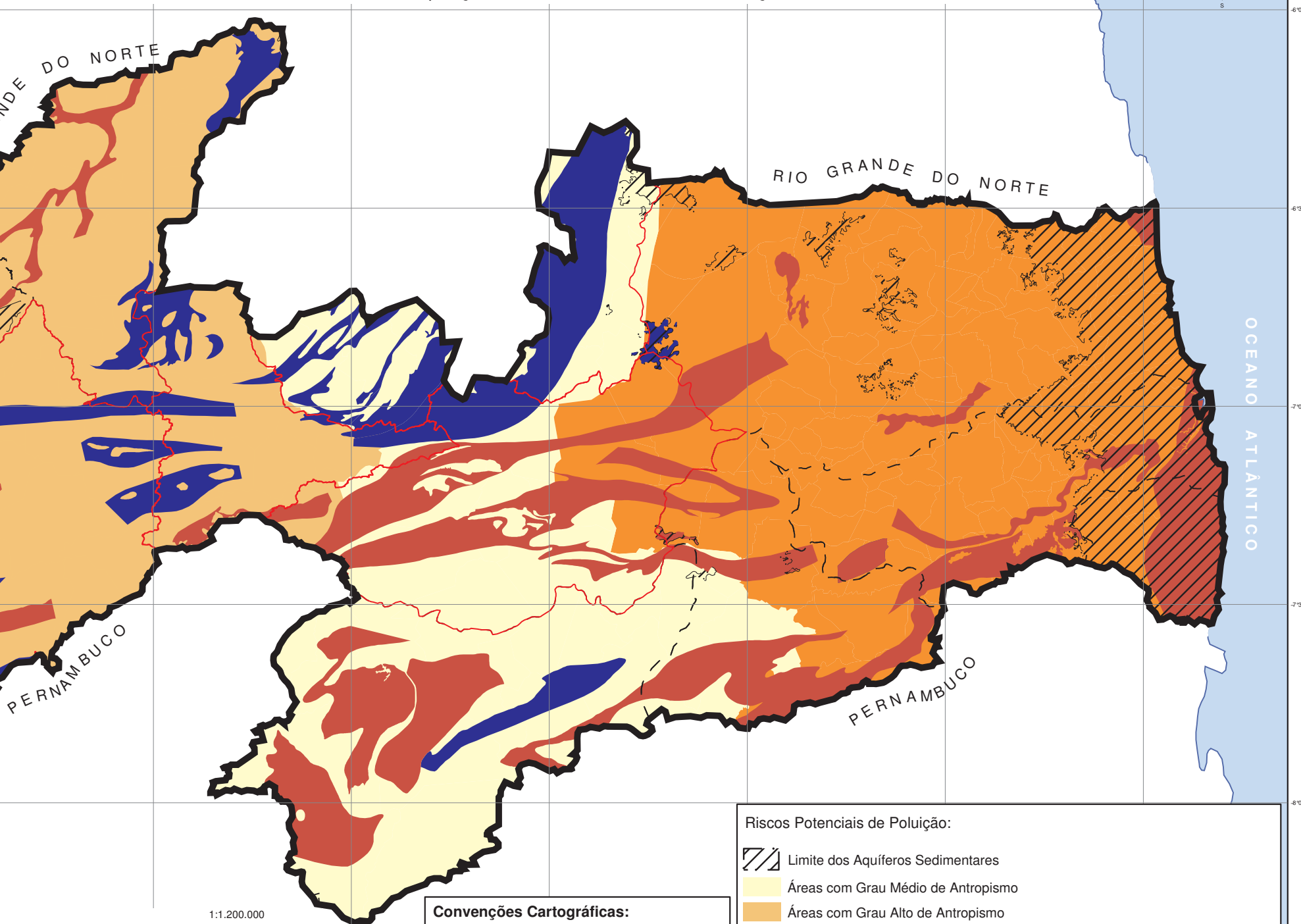
(em Campina Grande) e o Riacho Ingá, sendo esses dois últimos tributários do Médio Paraíba, são exemplos de corpos aquáticos que atravessam centros urbanos e são usados para o descarte e o afastamento de dejetos domésticos líquidos, sólidos e até industriais.

- **Esgotos industriais:** Os esgotos industriais deveriam ser tratados nas próprias indústrias, pois nem sempre atingem níveis qualitativos de lançamento. Assim, há a necessidade de uma maior fiscalização da atividade industrial, para que as ETEs das indústrias despejem nos cursos d'água efluentes de acordo com a legislação vigente. O Riacho Mussuré, na bacia do Rio Gramame, é um exemplo de rio poluído por efluentes de origem industrial.
- **Resíduos sólidos:** Os resíduos sólidos não têm coleta nem destino adequado na maioria dos municípios. Um aterro sanitário foi recentemente construído em João Pessoa, para atender a capital do Estado e alguns municípios vizinhos, e um outro está projetado para ser construído em Campina Grande. Entretanto, predomina no Estado o acúmulo destes resíduos em terrenos baldios, assim como seu despejo em riachos e córregos. Destaca-se ainda que os lixões existentes no Estado não estão georreferenciados.

Os fatores de degradação resultantes da ação antrópica, devidamente mapeados e georreferenciados, superpostos aos mapas de recursos naturais (vegetação, solos, minerais e hídricos superficiais e subterrâneos), resultaram no mapa da Figura 19, onde se evidencia áreas de riscos de poluição, reais ou potenciais, classificadas como de baixo, médio e alto graus. São áreas de baixo grau, aquelas em que, apenas, um fator de degradação ocorre dos três principais considerados (mineração, irrigação ou devastação da cobertura vegetal). Áreas de médio grau de poluição aquelas que resultam da superposição de dois quaisquer fatores de degradação, e de alto grau, as áreas onde os três fatores atuam. Foram também considerados fatores de degradação ambientais pontuais, assim definidos aqueles que não puderam ser cartografados na escala do mapa elaborado, tais como os relacionados ao lançamento de efluentes de esgotos sanitários e industriais e de lixões.

Dentro deste contexto, pode-se verificar a existência de três grandes áreas de risco de poluição no Estado. Uma de baixo grau de antropismo, constituindo uma faixa situada na parte central do estado onde a mata ciliar e nativa está mais preservada, havendo riscos potenciais de poluição por alguma futura extração mineral. Uma de médio grau e mais antropizada que a anterior, situada à oeste da anterior, praticamente coincidindo com a bacia do rio Piranhas (excluindo a região hidrográfica do rio Seridó) em sua parcela paraibana, sendo aqui predominante os riscos das áreas irrigadas já implantadas e dos novos projetos a serem viabilizados num futuro próximo assim como os riscos potenciais da exploração mineral nas áreas marcadas no mapa. Finalmente, uma terceira faixa, situada à leste da primeira, de alto grau de risco, que se estende até o litoral, desde o meridiano 36°15', aproximadamente. Nesta área, o antropismo já é extremamente alto, com agricultura extensiva (monocultura de cana de açúcar), usinas de açúcar e álcool, plantações de abacaxi, exploração mineral em algumas regiões das bacias (Mamanguape, Gramame), carcinocultura em trechos de rios e nos estuários, ampla expansão imobiliária e esgotos industriais e domésticos escoando para os rios, etc.

Estas três áreas, que constituem uma síntese das áreas atuais antropizadas e das áreas de riscos potenciais de poluição, representam três regiões bastante bem definidas com características próprias de ocupação e usos do solo e que devem ser consideradas nos planos de gestão sustentada dos recursos hídricos integrada no contexto ambiental.



Convenções Cartográficas:

- Limite Estadual
- Limite de Bacias Hidrográficas
- Limite de Sub-bacias Hidrográficas

Riscos Potenciais de Poluição:

- Limite dos Aquíferos Sedimentares
- Áreas com Grau Médio de Antropismo
- Áreas com Grau Alto de Antropismo
- Áreas com Grau Muito Alto de Antropismo
- Áreas de Riscos de Poluição por Atividades Minerárias e Agrícolas com Irrigação
- Áreas de Riscos de Poluição por Atividades Minerárias

5.13 – CONTROLE DE INUNDAÇÕES

As pesadas e prolongadas precipitações ocorridas no Estado, durante os meses de janeiro e fevereiro do ano de 2004, apenas serviram para confirmar que o fenômeno das inundações não ocorre com frequência no território paraibano, pela razão única de que raramente as águas meteóricas apresentam volume suficiente para preencher totalmente as calhas dos rios e fazê-los transbordar, criando transtornos às populações ribeirinhas e às populações urbanas sob sua influência. Se tais precipitações ocorrerem, as secas terras do semi-árido paraibano se tornam tão vulneráveis às cheias, quanto qualquer outra região do Brasil.

5.13.1 – Diagnóstico das Inundações no Estado da Paraíba

Até o dia 18 de fevereiro de 2004, segundo a Secretaria de Comunicação do Estado (SECOM), com base em dados da Defesa Civil, os números relativos às consequências das fortes chuvas no Estado eram os seguintes:

- Pessoas desabrigadas: 10.318
- Pessoas desalojadas: 17.107
- Casas destruídas: 2.329
- Casas danificadas: 3.318
- Escolas ocupadas: 69
- Trechos de estradas liberados, mas com tráfego precário: 75
- Trechos totalmente intransitáveis: 10

Com base nestes números, fica bastante evidenciada a importância do registro do fenômeno, o mapeamento das áreas inundadas e a tomada de medidas preventivas, como por exemplo, o planejamento do uso e ocupação do solo em áreas ribeirinhas e de risco, de forma a evitar ou pelo menos diminuir os prejuízos provocados por cheias no Estado.

As bacias hidrográficas mais atingidas e os correspondentes municípios com risco de inundação são mostrados na Tabela 41.

Tabela 41 – Bacias hidrográficas mais atingidas pelas enchentes e os respectivos municípios com risco de inundação

Bacia Hidrográfica	Municípios
Rio Mamanguape	Alagoa Grande, Araçagi, Cuité de Mamanguape, Cuitegi, Guarabira, Itapororoca, Mamanguape, Marcação, Mulungu e Rio Tinto.
Rio Paraíba (Baixo Vale)	São Pilar de Taipu, Pilar, Salgado de São Félix, Itabaiana, Cruz do Espírito Santo e Ingá.
Rio Piranhas (Sub-Bacia do Rio Piancó)	Coremas, Pombal, Paulista e São Bento.
Rio Piranhas (Região do Médio Piranhas)	Paulista e São Bento.

Na Figura 20, são mostradas fotos da devastação ocorrida no município de Alagoa Grande.



Figura 20 – Fotos da Devastação em Alagoa Grande, município da Bacia do rio Mamanguape

5.13.2 - Medidas de Controle de Enchentes

Uma série de medidas de controle pode ser adotada tendo em vista a prevenção das enchentes. O enfoque dado neste estudo diz respeito a uma situação que agrava o problema das enchentes, que é a questão das áreas ribeirinhas, visto que todos os municípios que sofrem com enchentes nas bacias do rio Mamanguape, Baixo Curso do Rio Paraíba, rio Piancó e Médio Curso do rio Piranhas ocupam as respectivas planícies de inundação.

As medidas de controle de inundações ribeirinhas são classificadas em estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais são obras de engenharia implementadas para reduzir o risco das enchentes. Essas medidas não são projetadas para dar uma proteção completa. Isto exigiria a proteção contra a maior enchente possível. Esta proteção é fisicamente e economicamente inviável na maioria das situações. A medida estrutural pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem resultar em danos significativos.

As medidas não-estruturais, em conjunto com as anteriores, ou sem estas, podem minimizar significativamente os prejuízos, com um custo menor. O custo de proteção de uma área inundada por medidas estruturais geralmente é superior ao de medidas não-estruturais. As principais medidas não-estruturais são as seguintes:

- Sistema de Previsão de Cheias em Tempo Real e Plano de Evacuação;
- Elaboração de um detalhado Mapa de Inundações dos municípios atingidos;
- Zoneamento das Áreas Urbanas e Regulamentação do Uso do Solo;
- Compra de Áreas de Inundação pela municipalidade;
- Estabelecimento de adequadas Políticas de Desenvolvimento para os municípios, que possam minimizar os prejuízos das enchentes;
- Outras medidas localizadas.

A solução ideal deve ser definida para cada caso em função das características do rio, do benefício da redução das enchentes e dos aspectos sociais de seu impacto. Certamente, para cada situação, medidas estruturais e não-estruturais podem ser combinadas para uma melhor solução.

5.14 – PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS

Todas as bacias hidrográficas do Estado apresentam impactos de origem antrópica, que alteram a qualidade e a quantidade da água. A evaporação excessiva provocada pelas altas temperaturas regionais e facilitada pela morfometria dos açudes, reduz o volume acumulado aumentando a concentração dos sais e espécies químicas em geral, limitando ainda mais os usos da água.

Nos quatro ecossistemas naturais principais (**Planícies Litorâneas e de Florestas**, situados na Zona Litoral-Mata, **Áreas em Transição** na Zona do Agreste-Brejo e **Caatinga**, na Zona Semi-Árida) são detectadas agressões da ação antrópica diversificada sendo as mais marcantes a degradação dos solos, da paisagem nativa, da quantidade e qualidade das águas de rios e de açudes e numerosos problemas associados à perfuração de poços. Os rios situados na depressão sertaneja apresentam, naturalmente, autodepuração limitada e até impedida pelo seu caráter intermitente, embora alguns deles apresentem trechos perenizados por açudes. Numerosos açudes construídos em cachoeiras e outros clandestinos a montante e nos cursos dos principais rios afluentes dificultam a manutenção de vazões apropriadas de regularização. Os

rios das partes mais úmidas do Estado (Zonas da Mata e Litoral), com vazões mais elevadas e regime de escoamento perene, são submetidos a uma carga poluidora consideravelmente maior, em razão de drenarem as áreas mais densamente povoadas do Estado. Destacam-se os impactos da cana de açúcar, das plantações de abacaxi, inhame e pastagens, a piscicultura e a carcinocultura (acentuada nos estuários) e dos efluentes de esgotos domésticos e indústrias provenientes de cidades como João Pessoa, Bayeux, Santa Rita e Cabedelo, que afetam os rios Gramame, Mumbaba e seus pequenos tributários como o rio Mussurê, que escoam os esgotos do Distrito Industrial de João Pessoa e esgotos domésticos, comprometendo a autodepuração do Rio Gramame. Esses fatores tornam a maioria das bacias extremamente frágeis, vulneráveis e altamente dependentes do fator água para seu desenvolvimento sócio-econômico. As bacias hidrográficas que incluem grandes cidades são as mais vulneráveis.

Os reservatórios com capacidade de regularização pluri-anual precisam ter as condições históricas preservadas, para poder continuar suprindo as demandas com a segurança requerida. Neste sentido, o controle do potencial ativado através da gestão da bacia hidrográfica situada a montante do reservatório, particularmente, por meio do controle da outorga para construção de novos reservatórios e do sistema de informações de recursos hídricos, é absolutamente necessário à proteção e, se for o caso, à recuperação do manancial.

Os mananciais de superfície a serem protegidos e/ou recuperados de forma prioritária, são os que possuem capacidade de regularização pluri-anual e constam das Tabelas 42, 43 e 44 abaixo.

Tabela 42 – Açudes com regularização plurianual (100% de garantia) da bacia do Rio Piranhas, que devem ser protegidos e/ou recuperados

Açudes	Disponibilidade (l/s)	Açudes	Disponibilidade (l/s)
	100%		100%
Sub-Bacia do Rio Seridó		Sub-Bacia do Rio Piancó	
Várzea Grande	6,92	Coremas-Mãe D'água	7.098,42
Santa Luzia	-	Emas	-
		Garra	165,2
Sub-Bacia do Rio Espinharas		Jenipapeiro	278,67
Capoeira	143,2	Cachoeira dos Cegos	132,91
Jatobá I	-	Bom Jesus	57,65
		Glória	9,88
Sub-Bacia do Rio do Peixe		Timbaúba	49,65
Capivara	341,04	Queimadas	77,87
Arrojado	31,55	Canoas	264,75
Pilões	47,03	Tavares	48,89
Lagoa do Arroz	430	Saco	336,93
Chupadouro	-	Jatobá II	31,57
Cacimba Nova	76,05	Bruscas	208,81
		Poço Redondo	196,71
Região do Médio Piranhas		Catolé	75,1
Carneiro	173,51	Santa Inês	67,16
Riacho dos Cavalos	75,41	Condado	87,25
Engenheiro Arcoverde	103	Serra Vermelha	33,18
		Piranhas	117,74
Região do Alto Piranhas		Vazante	59,19
São José	21,08	Vídeo	5,85
Engenheiro Ávidos	1450	Cachoeira dos Alves	34,1
São Gonçalo	300	Frutuoso II	9,88
		Boqueirão dos Cochós	28,02

Tabela 43 – Açudes com regularização plurianual (100% de garantia) das bacias dos Rios Jacu, Curimataú, Mamanguape e Gramame que devem ser protegidos e ou recuperados

Açudes	Disponibilidade em (l/s)
	100 %
Bacia Hidrográfica do Rio Jacu	
Boqueirão do Cais	145,63
Santa Rita	30,25
Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú	
Poleiros	70,14
Algodão	7
Cacimba de Várzea	134,49
Cruz de Pocinhos (Catolé)	15,12
Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape	
Araçagi	2.225,75
Brejinho	8,63
Canafístula	64,57
Chupadouro	6,38
Jangada	22,31
Lagoa do Matias	23,53
Massaranduba	7,41
Tauá	157,6
Vaca Brava	69,5
Bacia Hidrográfica do Rio Gramame	
Gramame-Mamuaba	2,11

Tabela 44 - Açudes com regularização plurianual (100% de garantia) da bacia do Rio Taperoá e das regiões do Alto e Médio Paraíba na bacia hidrográfica do rio que devem ser protegidos e/ou recuperados

Açudes	Disponibilidade em (l/s)
	100 %
Sub-bacia do Rio Taperoá	
Jeremias	5,97
Taperoá II	46,27
Mucutu	27
Região do Alto Curso do Rio Paraíba	
Camalaú	265,02
Campos	20,1
Cordeiro	612,97
Epitácio Pessoa	1230
Pocinhos	69,31
Poções	78,4
Prata	10,83
Santo Antônio	39,28
São Domingos	31,87
São José (1288)	25,71
São Paulo	63,2
Serrote	11,49
Sumé	82

Tabela 44 - Açudes com regularização plurianual (100% de garantia) da bacia do Rio Taperoá e das regiões do Alto e Médio Paraíba na bacia hidrográfica do rio que devem ser protegidos e/ou recuperados (Continuação)

Açudes	Disponibilidade em (l/s)
	100 %
<i>Região do Médio Curso do Rio Paraíba</i>	
Acauã	1.969,21
Riacho Santo Antonio	12,62

Em termos de água subterrânea, os poços perfurados, para manter suas vazões de exploração, precisam obedecer aos requisitos quantitativos de potencial, potencial ativado e disponibilidades do sistema ou sub-sistema ou, se for necessário, da unidade aquífera captada, a fim de atender, com segurança, a oferta e a demanda. Neste sentido, o número de poços, a distância mínima entre os mesmos, o potencial e suas disponibilidades também precisam ser controladas, sendo a outorga e o sistema de informações hídricas, os instrumentos de gestão adequados à proteção e à possível recuperação de mananciais. No principal sistema aquífero do Estado, o Paraíba-Pernambuco, há uma perfuração desordenada de poços, provável razão da salinização de suas águas, pela possível interiorização da água marinha. Em água subterrânea é preferível proteger, a recuperar, já que a recuperação de aquíferos é difícil, demorada e altamente onerosa.

Na Paraíba há poucas medições de poluição dos aquíferos. Há indicativos de que os sistemas Paraíba-Pernambuco e Aluvial estão sendo qualitativamente deteriorados, sendo os esgotos urbanos, o lixo, a irrigação, as atividades agrícolas, industriais e de mineração, os principais fatores dessa degradação, como ocorre com as águas superficiais. Em João Pessoa e nas demais cidades localizadas sobre o sistema Paraíba-Pernambuco é visível a poluição do sub-sistema livre, denunciada pelo odor fétido e pela coloração amarelada de suas águas, que também apresentam alto teor de ferro. Nas cidades interioranas a poluição atinge o sistema Aluvial pelas ligações que este sistema tem com os cursos d'água poluídos.

Todos os sistemas aquíferos precisam ser protegidos. À escala de poços, os que se destinam ao abastecimento público, entre outros, devem ser objeto de proteção contra ações que comprometam seus desempenhos quantitativo e qualitativo, tais como evitar a perfuração de outros poços nos seus raios de influência, evitar explorações que impliquem em rebaixamentos excessivos de níveis hidrostáticos e piezométricos, fazer a sua operação e manutenção regular e assegurar a continuidade das medidas de proteção sanitária do poço, disciplinando, inclusive, os locais de construções civis e estabelecimento de atividades poluidoras como postos de gasolina, aterros sanitários, etc.

Com as chuvas do início de 2004, embora muito superiores às médias históricas, verificaram-se grandes carências de gestão para eventos extremos como as inundações. As secas ancestrais que caracterizam o semi-árido deverão ter sua gestão orientada à convivência com a realidade climática e não “de luta contra a seca”, adotando-se medidas inovadoras e outras já utilizadas por países e regiões com maior escassez hídrica que o nordeste: aproveitamento racional dos Recursos Hídricos, com a aplicação de novas tecnologias de armazenamento e preservação da água que evitem a evaporação excessiva e conseqüente salinização assim como o uso de técnicas de irrigação apropriadas para o semi-árido, que diminuam perdas e contemplem as limitações dos solos e as reais necessidades das culturas. A construção de açudes deveria ser revista, em aspectos simples como a relação cota/área/volume, profundidade média, para diminuir a evaporação. Destacam-se dentre as formas de armazenamento, a coleta

de águas de chuvas em cisternas, a construção de barragens subterrâneas e o reúso de águas residuárias devidamente tratadas (uso menos nobres)

É importante proceder-se a uma fiscalização mais intensiva das descargas industriais, as que se deverão ajustar à legislação vigente para descargas de poluentes e que será complementada com a implementação dos novos instrumentos legais (Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos e de Cobrança Pelo Uso - Princípio de Poluidor Pagador, PPP). Deve-se incluir nessa fiscalização mais exigente, ações sobre os agrotóxicos disponíveis no mercado e usados na agricultura, assim como otimizar seu monitoramento nas águas estaduais. O mesmo deve ser aplicado para os metais pesados. O Estado deverá instrumentar uma fiscalização séria dos recursos naturais e o controle e zoneamento de atividades potencialmente poluidoras. Mecanismos para esse zoneamento e registro dessas atividades em bancos de dados de fácil acesso e de atualização permanente deverão ser viabilizados, sendo essências para as políticas de gerenciamento integrado e sustentável dos Recursos Hídricos.

De acordo com o Código Florestal, todas as áreas com matas ciliares e de nascentes de rios no Estado da Paraíba, deveriam estar preservadas. As áreas remanescentes de floresta nativa devem ser preservadas, recuperadas aquelas que ainda apresentem essa possibilidade e reflorestadas as áreas devastadas, estabelecendo um programa de gerenciamento integrado, onde se priorize as de maior influência na proteção dos corpos hídricos, em especial daqueles destinados ao consumo humano. A recuperação da mata ciliar é ação fundamental para a proteção e recuperação dos corpos de água. As áreas de maior interesse de preservação, do ponto de vista legal, localizam-se ao longo dos rios, com faixas marginais de 5m para os rios de largura inferior a 10m, igual à metade da largura dos cursos d'água que tenham entre 10 a 20m de largura e de 100m para todos os de largura superior a 200m. Ainda, as larguras das faixas marginais determinadas em lei são larguras mínimas, que podem ser ampliadas por critérios técnicos, na procura de garantir uma área com livre variação dos níveis naturais das águas, o acesso para serviços de dragagem e limpeza. A mata ciliar protege e dá suporte às margens, evita a erosão e o assoreamento, tem ação de retenção de agrotóxicos e fertilizantes, integra os ecossistemas aquáticos e terrestres, mantém a biodiversidade.

A gestão dos recursos hídricos deveria ser orientada para atividades econômicas viáveis sob as condições semi-áridas, que não provoquem o desmatamento intensivo, a salinização dos solos e sua desertificação. Para isso são prioritários estudos prévios específicos abrangendo desde os aspectos técnicos dos projetos, sua viabilidade e garantias de sustentabilidade, até a prevenção realista dos riscos da poluição.

A gestão integrada, democrática e participativa somente será atingida com o funcionamento pleno dos Comitês de Bacias e associações semelhantes, onde seus componentes discutam o gerenciamento dos recursos hídricos num ambiente democrático que convide à participação. Atualmente, a Paraíba conta com três comitês de bacias estaduais constituídos: o Comitê da Bacia do Rio Paraíba, o Comitê das Bacias do Litoral Sul (Bacias do Abiaí e do Gramame), e o Comitê das Bacias do Litoral Norte (Bacias do Miriri, Mamanguape e Camaratuba). Encontra-se ainda em fase de formação, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, que é de domínio federal. Após a criação deste Comitê, o Governo do Estado, através do órgão gestor, deverá providenciar a constituição dos comitês das sub-bacias dos rios do Peixe e Piancó, que são sub-bacias estaduais afluentes à bacia federal do Rio Piranhas. Espera-se que, diante do empenho dos técnicos do órgão gestor para a formação desses comitês, estes consigam ajudar seus componentes a superar o desinteresse da sociedade civil que, em geral, expressa sua desmotivação frente à descontinuidade das ações governamentais passadas,

fazendo com que os comitês sejam mais representativos e tenham maiores possibilidades de êxito.

5.15 – GESTÃO INTEGRADA DA QUALIDADE E DA QUANTIDADE DA ÁGUA

5.15.1 – A Situação Atual da Gestão Integrada da Qualidade e da Quantidade

O diagnóstico do PERH-PB deixou bem claro que nem sempre ocorreu a gestão integrada dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Estado. Muitos dos princípios sobre os quais se assenta essa gestão integrada foram simplesmente esquecidos ou negligenciados nas unidades hídricas de planejamento e avaliação. Como resultado, as intervenções, em muitos casos, mais agravaram do que solucionaram os problemas de demandas sócio-econômicas. As principais ações que concorreram para isto foram:

- a) A construção de açudes com dimensões incompatíveis com as características qualitativas e quantitativas do curso d'água, que resultaram na exacerbação das perdas por evaporação e o conseqüente aumento dos índices de salinização. Este fato foi mais registrado nas bacias dos rios Paraíba e Curimataú onde, respectivamente, os açudes de Soledade e Cacimba da Várzea são os exemplos mais gritantes;
- b) A construção de um grande número de reservatórios de pequeno, e mesmo de médio porte, que inviabilizaram totalmente ou reduziram parcialmente a capacidade de regularização de grandes e médios açudes, das várias bacias hidrográficas paraibanas. Os reservatórios de Boqueirão, Sumé (região hidrográfica do Alto Paraíba), Jatobá, Farinha (região do Espinharas), e até o sistema de açudes Coremas-Mãe d'Água, são exemplos gritantes desta ação contraproducente;
- c) A não existência de uma política adequada de aproveitamento dos recursos hídricos acumulados nos açudes situados no Estado, particularmente das águas dos pequenos reservatórios, contribui para diminuir a sua eficiência, através das elevadas perdas por evaporação. Sabe-se que um açude com 100.000 m³ de água armazenada, ao final da estação chuvosa, perde no primeiro mês subsequente, em torno de 15.000 m³, perdendo a metade do volume armazenado em, apenas, 115 dias, se nenhuma utilização do açude é efetuada;
- d) O lançamento de efluentes, principalmente nos rios litorâneos, é outra forma evidente de divórcio da gestão qualitativa em relação à quantitativa, o que acarreta a redução das disponibilidades hídricas do Estado, já naturalmente pouco contemplado em relação à maioria dos Estados nordestinos;
- e) Em relação às águas subterrâneas, os aquíferos sedimentares, detentores das maiores potencialidades e disponibilidades hídricas, têm sido, via de regra, captados por poços mal e inadequadamente construídos, reduzindo a sua eficiência e inibindo o seu aproveitamento. Os poços, assim como os açudes, têm uma vida útil, definida pelo confronto das características da oferta com aquelas da demanda, vida esta que não tem sido considerada em perfurações;
- f) As águas subterrâneas, mais do que as superficiais, têm sido manejadas como se elas não participassem do ciclo hidrológico da bacia hidrográfica onde estão naturalmente inseridas, acarretando problemas de adequação de aproveitamento e,

possivelmente, de exaustão (a bacia do Rio Gramame já se insere neste contexto) de seu potencial.

5.15.2 – Medidas para a Gestão Integrada da Quantidade e da Qualidade

Para promover essa gestão integrada e proporcionar ganhos potenciais nas disponibilidades dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado, algumas medidas são necessárias. Estas medidas estão explicitadas ao longo do próprio PERH, e decorrem da abordagem que foi empregada na avaliação dos recursos hídricos do Estado e dos princípios, objetivos e diretrizes preconizados nas legislações federal e estadual, amplamente abraçadas neste documento. Resumidamente, estes princípios e medidas são os seguintes:

▪ **Princípios:**

- Água como bem de domínio público (federal ou estadual), finito e vulnerável e, portanto, dotado de valor econômico;
- Uso da bacia hidrográfica como unidade territorial para implantação da política de recursos hídricos;
- Usos múltiplos;
- Gestão descentralizada e participativa.

▪ **Objetivos:**

- Assegurar às atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de quantidade e qualidade adequados aos respectivos usos;
- Utilização racional e integrada, visando o desenvolvimento sustentável;
- A prevenção e defesa de eventos críticos naturais ou decorrentes do uso inadequado dos recursos hídricos.

▪ **Diretrizes:**

- Gestão sistemática, sem dissociação dos aspectos de qualidade e quantidade;
- Gestão adequada às diversidades físicas (climáticas), bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- Articulação da gestão dos recursos hídricos com a dos setores usuários e com os planejamentos nacional, regional e estadual.

▪ **Medidas:**

- O aproveitamento dos recursos hídricos deverá ser feito racionalmente, garantindo-se a aplicação de novas tecnologias de armazenamento e preservação da água que evitem sua evaporação excessiva e conseqüente salinização, assim como o uso de técnicas de irrigação apropriadas para o semi-árido que diminuam perdas e contemplem as limitações dos solos e as reais necessidades das culturas. A própria construção de açudes deveria ser revista, em aspectos simples como a relação cota/área/volume e profundidade média, que favorecerão em maior ou menor grau a evaporação;
- As ações de perfuração, exploração, uso e manejo dos mananciais subterrâneos, principalmente os sistemas sedimentares, deverão ser mais bem gerenciadas. Há carências globais, no Estado, de informações sistematizadas sobre estes mananciais subterrâneos, incluindo as de quantidade e qualidade, situação que reflete a realidade nacional;

- A gestão integrada, democrática e participativa somente será atingida com o funcionamento pleno dos Comitês de Bacias e associações semelhantes, onde seus componentes discutam o gerenciamento dos recursos hídricos num ambiente efetivamente democrático, aberto e que convide à participação à luz dos Planos Diretores de Bacias e de outros instrumentos de gestão.