

## 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 <sup>3</sup> /ano)	Potencial Subterrâneo (hm <sup>3</sup> /ano)		Índice de Ativação do Potencial - Subterrânea (IAP)	Reservas Subterrâneas Exploráveis (hm <sup>3</sup> /ano)	Sistemas Aquíferos Participantes
		Subterrâneo	Ativado			
<b><i>Bacia do Rio Piranhas</i></b>	<b>1.817,74</b>	<b>108,11</b>	<b>16,462</b>	<b>0,152</b>	<b>100,30</b>	<b>Aluvial e Rio do Peixe</b>
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
<b><i>Bacia do Rio Paraíba</i></b>	<b>994,33</b>	<b>189,530</b>	<b>121,500</b>	<b>0,641</b>	<b>22,46</b>	<b>Aluvial e Paraíba-Pernambuco</b>
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
<b><i>Bacia do Rio Jacu</i></b>	<b>47,30</b>	<b>4,500</b>	<b>0,520</b>	<b>0,116</b>	<b>0,80</b>	<b>Aluvial e Serra do Martins</b>
<b><i>Bacia do Rio Curimataú</i></b>	<b>80,73</b>	<b>11,000</b>	<b>0,764</b>	<b>0,069</b>	<b>2,60</b>	<b>Aluvial e Serra do Martins</b>
<b><i>Bacia do Rio Gramame</i></b>	<b>299,59</b>	<b>106,85</b>	<b>89,660</b>	<b>0,839</b>	<b>Não Exploráveis</b>	<b>Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Abiaí</i></b>	<b>343,74</b>	<b>61,510</b>	<b>2,420</b>	<b>0,039</b>	<b>Não Exploráveis</b>	<b>Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Miriri</i></b>	<b>222,01</b>	<b>51,560</b>	<b>13,200</b>	<b>0,256</b>	<b>Não Exploráveis</b>	<b>Aluvial e Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Mamanguape</i></b>	<b>555,03</b>	<b>57,250</b>	<b>9,700</b>	<b>0,169</b>	<b>4,00</b>	<b>Aluvial e Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Camarutuba</i></b>	<b>104,07</b>	<b>61,930</b>	<b>4,320</b>	<b>0,070</b>	<b>Desconhecidas</b>	<b>Aluvial e Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Guaju</i></b>	<b>2,52</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Não exploráveis</b>	<b>Aluvial e Paraíba-Pernambuco</b>
<b><i>Bacia do Rio Trairi</i></b>	<b>15,77</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Desconhecidas</b>	<b>Aluvial e Serra do Martins</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4.482,84</b>	<b>652,240</b>	<b>258,546</b>	<b>0,396</b>		<b>Todos os sistemas acima referidos</b>

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.