

## **8 - DEMANDAS HÍDRICAS**

Neste capítulo, tem-se por finalidade avaliar a demanda hídrica relativa aos usos consuntivos na bacia hidrográfica do Rio Gramame, que se caracteriza principalmente pelo abastecimento humano e animal, pela irrigação e abastecimento industrial.

Os usos não consuntivos, como a geração de energia elétrica e navegação, não foram contemplados, em virtude destes tipos de consumo não existirem na bacia hidrográfica estudada.

O desenvolvimento de estudos para estimativa de demanda de água para qualquer tipo de uso depende fundamentalmente da quantidade e qualidade das informações exigidas nos modelos utilizados nas projeções de consumo. Por sua vez, as metodologias tradicionalmente empregadas também constituem outro fator restritivo à obtenção de resultados absolutamente confiáveis.

Muitas vezes a evolução da demanda está sob a dependência das incertezas de fatores econômicos, políticos, sociais, climáticos e outros. Desta forma, várias hipóteses simplificadoras foram introduzidas visando compatibilizar a natureza dos processos estudados com os dados históricos disponíveis.

Ao mesmo tempo, a adoção de dotações de consumo para qualquer finalidade, ainda se constitui uma tarefa difícil, uma vez que depende de fatores naturais, sociais e econômicos, como níveis de renda, métodos de aplicação, distribuição e uso da água, processos industriais, entre outros.

### **8.1 – Demandas Hídricas para Abastecimento Humano**

#### **8.1.1 - Previsão de população**

Com o propósito de se estimar as demandas de água para a população são consideradas duas categorias de consumidores: as populações rurais dispersas no espaço territorial e as populações urbanas concentradas nas cidades e distritos.

Estando fixado os horizontes de projeto para os anos de 2000, 2005, 2010 e 2020, é necessário conhecer-se a população de projeto, ou seja, a população que se espera encontrar nas localidades ao fim de cada período admitido. Com isto, poderá ser feita uma estimativa do consumo de água na época considerada.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional (estatísticos, gráficos e determinísticos). A expressão geral da população de uma comunidade, em função do tempo, pode ser assim apresentada:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

onde:

P = população na data T

P<sub>0</sub> = população na data inicial T<sub>0</sub>

N = nascimentos (no período T à T<sub>0</sub>)

M = óbitos

I = imigrantes no período

E = emigrantes no período

N-M = crescimento vegetativo ou saldo vegetativo no período

I-E = crescimento social ou saldo migratório no período

Essa fórmula, embora sem aplicação prática imediata tem o mérito de por em evidência os fatores intervenientes no crescimento populacional. O fenômeno é de grande complexidade e está sob a dependência das incertezas de fatores econômicos, políticos, sociais e outros.

Várias hipóteses simplificadoras têm sido introduzidas para se estimar numericamente a população futura.

No método matemático, o cálculo da população é feito mediante uma equação matemática definida, cujos parâmetros são obtidos a partir da experiência passada. São muito conhecidos os processos de crescimento aritmético, geométrico e logístico, os quais pressupõem que o aumento da população em função do tempo obedeça, respectivamente, a uma progressão aritmética, a uma progressão geométrica e à chamada curva logística. Além desses, destaca-se a utilização das equações linear, parabólica, logarítmicas e exponencial e os processos empíricos ou de extrapolação gráfica. O IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, tem utilizado o Método de Relação de Coortes, que consiste basicamente em aplicar às estruturas populacionais de partida (a do último censo) de cada uma das pequenas áreas, coeficientes de crescimento por coortes (CR) obtidos da projeção da área maior, ajustados segundo um fator K. As projeções são elaboradas por quinquênios, sexo e grupos quinquenais de idades através de algoritmos específicos (Duchesne, 1990).

No método histórico, admite-se que o aumento populacional de uma comunidade seja um aspecto da evolução dos organismos sociais. Embora não haja regra matemática rígida ou lei natural governando os acontecimentos históricos, admite-se que a marcha da civilização, nos vários municípios, promova a ocorrência de ciclos ou fases de desenvolvimento. Nestas condições, a curva de evolução de uma comunidade mais desenvolvida lança luz sobre o que se pode esperar em outras áreas que estão a caminho das mesmas fases de expansão.

Na prática, são aplicados diversos processos de previsão, alguns deles combinados entre si. Essas diferentes hipóteses de cálculo conduzem a uma variação de resultados numéricos, a qual indica a magnitude das incertezas envolvidas e, assim, oferece melhor orientação para a escolha judiciosa dos valores a serem adotados no projeto.

### 8.1.2 - Dados existentes

Os dados censitários obtidos junto à Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para os municípios cujos territórios apresentam participação na área da bacia hidrográfica do rio Gramame, apresentam-se na tabela 8.1 segundo os municípios.

Tabela 8.1 – Dados censitários do IBGE por municípios

Município: Alhandra						Município: Pedras de Fogo					
Ano	População					Ano	População				
	Total	Urbana	%	Rural	%		Total	Urbana	%	Rural	%
1970	11.534	3.209	27,82	8.325	72,18	1970	15.642	4.876	31,17	10.766	68,83
1980	9.169	3.781	41,24	5.388	58,76	1980	19.881	7.973	40,10	11.908	59,90
1991	13.270	6.718	50,63	6.552	49,37	1991	26.614	12.876	48,38	13.738	51,62
1996	14.613	7.606	52,05	7.007	47,95	1996	26.032	13.725	52,72	12.307	47,28
Município: Conde						Município: Santa Rita					
Ano	População					Ano	População				
	Total	Urbana	%	Rural	%		Total	Urbana	%	Rural	%
1970	4.915	277	5,64	4.638	94,36	1970	53.357	30.695	57,53	22.662	42,47
1980	6.365	768	12,07	5.597	87,93	1980	68.227	54.015	79,17	14.212	20,83
1991	10.391	3.269	31,46	7.122	68,54	1991	94.413	76.490	81,02	17.923	18,98
1996	12.239	6.638	54,24	5.601	45,76	1996	105.625	85.605	81,05	20.020	18,95
Município: Cruz do Espírito Santo						Município: São Miguel de Taipu					
Ano	População					Ano	População				
	Total	Urbana	%	Rural	%		Total	Urbana	%	Rural	%
1970	13.620	2.600	19,09	11.020	80,91	1970	7.971	1.337	16,77	6.634	83,23
1980	13.202	4.752	35,99	8.450	64,01	1980	4.235	2.010	47,46	2.225	52,54
1991	12.651	4.493	35,51	8.158	64,49	1991	4.213	2.531	60,08	1.682	39,92
1996	12.966	5.385	41,53	7.581	58,47	1996	4.172	2.692	64,53	1.480	35,47

### 8.1.3 - Projeção das populações urbana e rural

Na década de 90, os fluxos migratórios no Brasil sofreram mudanças. De acordo com os dados da Contagem da População 1996, do IBGE a região Nordeste permanece como a maior responsável pelo movimento migratório: 43,8% do total entre 1991 e 1996. Em função da crise econômica vivida pelo país nos anos 90, particularmente no estado de São Paulo maior receptor de migrantes nordestinos. Verificou-se nesta década o crescimento da migração de retorno dos nordestinos. Também foi verificado a migração para municípios do mesmo estado. Cidades pequenas e médias apresentaram expressivo crescimento econômico e atraem novos moradores.

Esses movimentos migratórios foram responsáveis pelas mudanças nas relações urbano/rural de muitos municípios paraibanos. Os referidos municípios estão passando por um processo de urbanização do campo. Uma pesquisa coordenada pelo Núcleo de Economia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, que contou com a participação de pesquisadores de 11 Universidades Federais, além da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), baseada nos dados das pesquisas por Amostra Domicílio do IBGE, chega a conclusão de que o meio rural brasileiro não é apenas um local de trabalho e sim um local de residência (EDITORA ABRIL, 2000).

Logicamente cada município apresenta suas características próprias, que devem cuidadosamente serem levadas em consideração na realização de Projeções Populacionais, o que será apresentado a seguir.

Neste estudo foram utilizados os dados das populações dos municípios que compõem a bacia ou são beneficiados pela mesma, calculados pelo IBGE, constantes no relatório denominado “Projeções das Populações Municipais por Sexo e Idades Simples pelo Método de Relação de Coortes: 1997 a 2020” (IBGE, 1999), apresentados na tabela 8.2.

Tabela 8.2 – População total dos municípios inseridos e beneficiados pela bacia, nos horizontes de projeto, segundo o IBGE.

Municípios	População 2000	População 2005	População 2010	População 2020
Alhandra	16.726	18.900	21.122	25.419
Cruz do Espírito Santo	13.922	14.568	15.035	15.459
Santa Rita	120.747	136.329	152.020	182.515
São Miguel de Taipú	4.377	4.493	4.544	4.529
Bayeux	94.597	103.726	112.033	125.768
Cabedelo	42.115	51.098	61.258	84.143

João Pessoa	621.626	693.416	762.891	883.283
Conde	14.786	17.804	21.214	29.042
Pedras de Fogo	26.813	26.549	26.007	24.208

#### **8.1.3.1 - Projeção das populações urbana e rural do município de Alhandra**

Como podemos observar na tabela 8.1 o município de Alhandra apresenta pouco decréscimo na participação da população rural entre 1991 e 1996. Mantendo certa coerência com o que se verificou na análise feita anteriormente para os movimentos migratórios verificados para o país. O município é dotado de solos férteis e apresenta um dos mais altos índices pluviométricos verificados no estado. Possui Projetos de Assentamentos e poderão surgir outros em função do Programa de Reforma Agrária. Portanto, mantidas as condições atuais é razoável manter o percentual 47,95%, de participação na população total e mantendo-o constante para os anos 2000, 2005, 2010 e 2020.

#### **8.1.3.2 - Projeção das populações urbana e rural do município do Conde**

O município do Conde no período de 1991/1996 passou por um processo de urbanização muito forte. Tem uma área de 164,1 km<sup>2</sup>, onde se concentram dois povoados urbanizados: a praia de Jacumã e o distrito de Gurugi. É um dos municípios paraibanos onde o grau de urbanização é praticamente irreversível até mesmo pela sua proximidade da Capital do Estado. O município está sendo beneficiado pelo Governo do Estado com investimentos na área turística. No entanto, o município apresentou em 1996, segundo Contagem Populacional do IBGE 45,76% de sua população vivendo na área rural. Possui assentamentos rurais e ainda se verifica vários conflitos pela posse da terra.

Para efeito de estimativa é razoável manter constante o percentual da população rural verificado em 1996, para 2000, 2005, 2010, 2020. No entanto, o município do Conde tem uma tendência muito forte de passar por um processo de formação de núcleos urbanos no campo.

#### **8.1.3.3 - Projeção das populações urbana e rural do município de Cruz do Espírito Santo**

O município de Cruz do Espírito Santo possui uma área de 189,32 km<sup>2</sup>, onde grande parte é ocupada com a cultura da cana-de-açúcar. No período 1980/1991, houve um decréscimo populacional, significando um pequeno movimento migratório. A população rural manteve-se praticamente constante no mesmo período, representando 64,01% em 1980, e 64,49% em 1991, caindo para 58,42% em 1996. É importante ressaltar que muitos trabalhadores envolvidos na cultura da cana-de-açúcar habitam na zona urbana do município.

O município já foi beneficiado com um Projeto de Assentamento, inclusive com agrovila já implantada. A região é sujeita a conflitos rurais o que implica na possibilidade de novas desapropriações, podendo inclusive induzir um pequeno crescimento da população rural, apesar do pequeno decréscimo verificado entre 1991 e 1996, caindo de 64,49% em 1991, para 58,47% em 1996.

Acreditamos que o município não apresentará grandes variações da população rural nos próximos anos. Para efeito de projeção sugerimos a média das participações nos anos de 1980, 1991 e 1996, ou seja, 62,32%, mantendo essa participação constante para os anos 2000, 2005, 2010 e 2020.

#### **8.1.3.4 - Projeção das populações urbana e rural do município de Pedras de Fogo**

O município de Pedras de Fogo no período 1991/1996 apresentou um ligeiro decréscimo populacional de 26.614 em 1991 caiu para 26.032 em 1996. A população urbana apresentou um ligeiro crescimento no mesmo período. A população rural também apresentou um pequeno declínio. Em 1991 representava 51,62% da população total, caindo para 47,28% em 1996.

A economia do município é fortemente influenciada pela cultura da cana-de-açúcar e a produção de inhame. O município fica localizado próximo a grandes centros urbanos, como João Pessoa e Goiana - PE e até mesmo do Recife. Diante deste fato, é possível que haja certa migração intra-regional e intra municipal particularmente na época da colheita da cana.

Para efeito de Projeção sugerimos a média das participações dos anos de 1991 e 1996, ou seja, 49,45% da população rural mantida constante para os anos 2000, 2005, 2010 e 2020.

#### **8.1.3.5 - Projeção das populações urbana e rural do município de Santa Rita**

O município de Santa Rita tem apresentado um equilíbrio na relação população rural/urbana entre os anos de 1991 e 1996. Em 1991 a população urbana representava 81,02% do total e em 1996, manteve-se no mesmo patamar. O mesmo aconteceu com a população rural em termos relativos apesar de ter havido um pequeno incremento em termos absolutos da população rural.

O município tem sua economia baseada na cultura da cana-de-açúcar, onde sedia várias usinas e destilarias, possui também um razoável parque industrial. Muitos trabalhadores rurais atuam na cultura da cana-de-açúcar e moram na zona urbana. O comportamento constante da participação relativa nos anos de 1991 e 1996 onde praticamente não houve

êxodo rural deve-se ao fato de neste período haver sido implantado várias agrovilas no município.

Para efeito de projeção da população rural para os anos 2000, 2005, 2010 e 2020, sugerimos manter a média das participações da população rural constante 18,96% verificada para os anos de 1991 e 1996.

#### **8.1.3.6 - Projeção das populações urbana e rural do município de São Miguel de Taipú**

O município de São Miguel de Taipú é um município que possui uma área de apenas 45,0 km². A base da economia do município é a criação de gado extensiva e também se produz cana-de-açúcar em pequena quantidade.

O município possui apenas 52 imóveis rurais, correspondendo a 2.656,7 ha. A concentração fundiária é muito forte apenas 9 imóveis totalizam 2.399,4 ha o que corresponde a 90.31% da área total dos imóveis rurais.

A criação de gado extensiva ocupa pouca mão-de-obra. Sem emprego a população rural emigra para outros municípios e cidades maiores, daí a origem do decréscimo da população rural. No município recentemente tem acontecido conflitos rurais pela posse da terra. Em 1998 foi criado um projeto de assentamento denominado “Novo Taipú” e existe outros projetos em tramitação. Com a concretização dessas desapropriações poderá diminuir o decréscimo da população rural ou mesmo estacionar no nível atual. Portanto, para efeito de projeção sugerimos manter constante a participação da população rural verificada em 1996, de 35,47%, para os anos 2000, 2005, 2010 e 2020.

#### **8.1.3.7 - Projeção da população urbana da região da Grande João Pessoa**

A Grande João Pessoa é formada pelos municípios de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo e pelo distrito de Várzea Nova em Santa Rita. Devido a proximidade destas cidades com João Pessoa, o meio rural acaba sendo tomado por distritos industriais, tornando o abastecimento exclusivamente a população urbana.

A tabela 8.3 apresenta a população rural dos municípios por sub-bacias, nos horizontes de projeto.

A tabela 8.4 indica a população urbana a ser atendida pela bacia nos anos de 2000, 2005, 2010 e 2020.

Tabela 8.3 – População rural dos municípios por sub-bacias.

Municípios	População	População por sub-bacia - 2000
------------	-----------	--------------------------------

	total municipal	Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
<b>Alhandra</b>	8.020	409	1.699	0	1.451
<b>Conde</b>	6.766	2.215	1.007	0	0
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	5.246	0	0	147	0
<b>João Pessoa*</b>		0	1.319	1.139	0
<b>Santa Rita</b>	22.900	0	825	2.565	1.299
<b>São Miguel de Taipú</b>	1.553	0	0	75	0
<b>Pedras de Fogo</b>	13.259	0	3.299	2.116	1.737
<b>TOTAL</b>		<b>2.625</b>	<b>8.150</b>	<b>6.042</b>	<b>4.487</b>
Município	População total municipal	População por sub-bacia - 2005			
		Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
	Rural	Rural	Rural	Rural	Rural
<b>Alhandra</b>	9.063	463	1.920	0	1.640
<b>Conde</b>	8.147	2.668	1.212	0	0
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	5.489	0	0	153	0
<b>João Pessoa*</b>		0	1.589	1.371	0
<b>Santa Rita</b>	25.855	0	932	2.896	1.467
<b>São Miguel de Taipú</b>	1.594	0	0	77	0
<b>Pedras de Fogo</b>	13.128	0	3.267	2.095	1.720
<b>TOTAL</b>		<b>3.130</b>	<b>8.920</b>	<b>6.593</b>	<b>4.827</b>
Município	População total municipal	População por sub-bacia - 2010			
		Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
	Rural	Rural	Rural	Rural	Rural
<b>Alhandra</b>	10.128	517	2.145	0	1.833
<b>Conde</b>	9.708	3.179	1.445	0	0
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	5.665	0	0	158	0
<b>João Pessoa*</b>		0	1.893	1.634	0
<b>Santa Rita</b>	28.831	0	1.039	3.229	1.636
<b>São Miguel de Taipú</b>	1.612	0	0	78	0
<b>Pedras de Fogo</b>	12.860	0	3.200	2.052	1.685
<b>TOTAL</b>		<b>3.696</b>	<b>9.722</b>	<b>7.152</b>	<b>5.153</b>

\*A população rural do município de João Pessoa inserida em cada sub-bacia do rio Gramame, foi obtida multiplicando a taxa hab/km<sup>2</sup> do município do Conde, para população rural, pela área de João Pessoa inserida em cada sub-bacia.

Tabela 8.3 – População rural dos municípios por sub-bacias (continuação).

Município	População total municipal	População por sub-bacia - 2020			
		Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
	Rural	Rural	Rural	Rural	Rural
<b>Alhandra</b>	12.188	622	2.582	0	2.206
<b>Conde</b>	13.290	4.352	1.978	0	0
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	5.825	0	0	163	0

<b>João Pessoa*</b>		0	2.591	2.237	0
<b>Santa Rita</b>	34.614	0	1.248	3.877	1.964
<b>São Miguel de Taipu</b>	1.606	0	0	78	0
<b>Pedras de Fogo</b>	11.971	0	2.979	1.910	1.568
<b>TOTAL</b>		<b>4.974</b>	<b>11.377</b>	<b>8.265</b>	<b>5.738</b>

Tabela 8.4 – População urbana a ser atendida pela bacia nos horizontes de projeto.

<b>Municípios</b>	<b>População Urbana 2000</b>	<b>População Urbana 2005</b>	<b>População Urbana 2010</b>	<b>População Urbana 2020</b>
<b>Bayeux</b>	94.597	103.726	112.033	125.768
<b>Cabedelo</b>	42.115	51.098	61.258	84.143
<b>João Pessoa</b>	621.626	693.416	762.891	883.283
<b>Conde</b>	8.020	9.657	11.506	15.752
<b>Pedras de Fogo</b>	13.554	13.421	13.147	12.237
<b>Várzea Nova</b>	14.975	16.687	18.056	20.043
<b>Total</b>	<b>794.887</b>	<b>888.004</b>	<b>978.891</b>	<b>1.141.226</b>

#### 8.1.4 - Previsão de consumo

A água conduzida para as comunidades ou empreendimentos enquadra-se numa das seguintes classes de consumo ou de destino:

- doméstico
- comercial ou industrial
- público
- perdas e fugas

- a) Água para uso doméstico: é a água consumida nas habitações e compreende as parcelas destinadas a fins higiênicos, potáveis e alimentares, e à lavagem em geral. Os estudos mais recentes apontam como representativos para as condições atuais das habitações urbanas os seguintes valores da tabela 8.5.

Tabela 8.5 – Distribuição da água consumida nas habitações urbanas.

<b>Operação</b>	<b>Volume (l/hab.dia)</b>
Bebida e cozinha	10-20
Lavagem de roupa	10-20
Banhos e lavagens de mãos	25-55
Instalações sanitárias	15-25
Outros usos	15-30

Perdas e desperdícios	25-50
Total	100 - 200

As vazões destinadas ao uso doméstico variam com o padrão de vida da população, sendo tanto maiores, quanto mais elevado esse padrão.

- b) Com relação à água para uso comercial, destaca-se a parcela utilizada pelos restaurantes, bares, hotéis, pensões, postos de gasolina e garagens, onde se manifesta um consumo muito superior ao das residências.
- c) Água para uso público: é a parcela de água utilizada na irrigação de jardins, lavagem de ruas e passeios, edifícios e sanitários de uso público, alimentação de fontes, esguichos e tanques fluxíveis de redes de esgoto.

#### **8.1.4.1 - Consumo médio per capita**

O consumo per capita é a quantidade de água usada por dia, em média, por um habitante, geralmente expresso em litros.

Em cidades servidas por sistemas de abastecimento, o consumo per capita “q” é obtido dividindo-se a quantidade de água aduzida durante o ano por 365 e pelo número total de habitantes ou de pessoas abastecidas. A população abastecida é a que deve prevalecer, quando possível, pois conduz a um resultado mais realístico. Este, evidentemente, inclui a parcela representada pelas perdas.

Na quase totalidade das cidades a população abastecida pelo sistema de suprimento é menor que a total. Isso porque outras fontes de água, como rios e poços particulares, são também utilizadas.

No Brasil as cidades desprovidas de sistema de abastecimento possuem consumo per capita que varia de 30 a 60 litros. As beneficiadas com serviço público eficiente, de 100 a 250 litros. Em poucas cidades este valor é ultrapassado, sobressaindo-se as grandes capitais dos Estados. Para as zonas servidas por torneiras públicas (chafarizes) é considerado o consumo de 30 litros por pessoa. Em casos especiais, deve o projetista justificar o valor que adotar.

Vários são os fatores que afetam o consumo de água nas comunidades. São de ordem geral ou específicos; estes relacionam-se com o próprio abastecimento de água.

Dentre os fatores genéricos, destacam-se o tamanho da cidade, suas características, tipo e quantidade de indústrias, o clima, hábitos higiênicos e o destino dos dejetos.

Quanto aos específicos, citam-se a modalidade de suprimento, a qualidade, disponibilidade e custo da água, a pressão na rede e o controle do próprio consumo.

Na avaliação da demanda hídrica para o consumo humano, utilizam-se dados mais ou menos consagrados de consumo médio per capita. As normas para projeto organizadas ou adotadas por entidades locais, estaduais ou regionais, geralmente apresentam os valores a serem adotados, conforme apresentados na tabela 8.6

Tabela 8.6 - Consumo per capita médio adotados por algumas entidades.

Normas das Entidades Federais no Nordeste: SUVALE, DNER, DNOCS, FSESP e SUDENE.	<b>a-</b> para cidades com população inferior a 50.000 habitantes: recomendado 150 a 200 l/hab/dia. Mínimo de 100 l/hab/dia. <b>b-</b> zonas servidas por torneiras públicas: 30 l/hab/dia.
Projeto de Normas Brasileiras para elaboração de projetos de sistemas de abastecimento de água, junho de 1977 (P-NB-587/77).	<b>a-</b> para populações futuras de até 10.000 habitantes: 150 a 200 l/hab/dia; <b>b-</b> para populações futuras entre 10.000 e 50.000 habitantes: 200 a 250 l/hab/dia; <b>c-</b> para populações futuras maiores que 50.000 habitantes: igual ou maior que 250 l/hab/dia; <b>d-</b> para população temporária: 100 l/hab/dia.
CrITÉRIOS adotados no Estado da Paraíba.	<b>a-</b> até 10.000 habitantes: 120 l/hab/dia; <b>b-</b> de 10.000 até 100.000 habitantes: 150 l/hab/dia; <b>c-</b> de 100.000 até 300.000 habitantes: 200 l/hab/dia; <b>d-</b> de 300.000 até 500.000 habitantes: 250 l/hab/dia; <b>e-</b> acima de 500.000 habitantes: 300 l/hab/dia.

#### 8.1.4.2 - Demanda

As previsões de demanda foram feitas com base nas populações estimadas anteriormente neste capítulo e nos consumos médios per capita de saturação adotados no Estado da Paraíba, uma vez que tais valores assemelham-se àqueles recomendados pela ABNT e possuem uma conceituação mais prática e mais compatível com a realidade do Estado da Paraíba. Para as comunidades rurais foi adotado um per capita único e igual a 60 l/hab/dia, que representa o valor médio mais adotado no Brasil para comunidades desprovidas de sistemas de distribuição domiciliar de água.

No caso das cidades da região da Grande João Pessoa, há incidência de pequenas e médias indústrias que são abastecidas a partir da rede de distribuição da CAGEPA, constituindo assim o que se denomina de abastecimento urbano, o que induz a uma taxa de 300 l/hab/dia, para a grande João Pessoa.

Desta forma, as demandas hídricas puderam ser estimadas para cada unidade, nas suas respectivas áreas urbana e rural, dentro do horizonte de plano estabelecido. As tabelas 8.7 e 8.8 resumem os valores assim determinados, inclusive com apuração dos totais gerais das bacias hidrográficas estudadas.

Tabela 8.7 – Demandas hídricas para o abastecimento da população urbana nos horizontes de projeto.

<b>Municípios</b>	<b>Demanda em 2000 (l/s)</b>	<b>Demanda em 2005 (l/s)</b>	<b>Demanda em 2010 (l/s)</b>	<b>Demanda em 2020 (l/s)</b>
<b>Bayeux</b>	328,46	360,16	389,00	436,69
<b>Cabedelo</b>	146,23	177,42	212,70	292,16
<b>João Pessoa</b>	2.158,42	2.407,69	2.648,93	3.066,95
<b>Conde</b>	13,92	16,77	19,98	27,35
<b>Pedras de Fogo</b>	23,53	23,30	22,82	21,25
<b>Várzea Nova</b>	52,00	57,94	62,69	69,59
<b>Total</b>	<b>2.722,57</b>	<b>3.043,28</b>	<b>3.356,13</b>	<b>3.914,00</b>

Tabela 8.8 – Demandas hídricas para o abastecimento da população rural nos horizontes de projeto.

<b>Município</b>	<b>Demanda em 2000 (l/s)</b>			
	<b>Água Boa</b>	<b>Gramame</b>	<b>Mumbaba</b>	<b>Mamuaba</b>
<b>Alhandra</b>	0,28	1,18	0,00	1,01
<b>Conde</b>	1,54	0,70	0,00	0,00
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	0,00	0,00	0,10	0,00
<b>João Pessoa</b>	0,00	0,92	0,79	0,00
<b>Santa Rita</b>	0,00	0,57	1,78	0,90
<b>São Miguel de Taipu</b>	0,00	0,00	0,05	0,00
<b>Pedras de Fogo</b>	0,00	2,29	1,47	1,21
<b>TOTAL</b>	<b>1,82</b>	<b>5,66</b>	<b>4,20</b>	<b>3,12</b>

Tabela 8.8 – Demandas hídricas para o abastecimento da população rural nos horizontes de projeto (continuação).

<b>Município</b>	<b>Demanda em 2005 (l/s)</b>			
	<b>Água Boa</b>	<b>Gramame</b>	<b>Mumbaba</b>	<b>Mamuaba</b>
<b>Alhandra</b>	0,32	1,33	0,00	1,14
<b>Conde</b>	1,85	0,84	0,00	0,00
<b>Cruz do Espírito Santo</b>	0,00	0,00	0,11	0,00
<b>João Pessoa</b>	0,00	1,10	0,95	0,00
<b>Santa Rita</b>	0,00	0,65	2,01	1,02
<b>São Miguel de Taipu</b>	0,00	0,00	0,05	0,00
<b>Pedras de Fogo</b>	0,00	2,27	1,45	1,19
<b>TOTAL</b>	<b>2,17</b>	<b>6,19</b>	<b>4,58</b>	<b>3,35</b>

Município	Demanda em 2010 (l/s)			
	Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
Alhandra	0,36	1,49	0,00	1,27
Conde	2,21	1,00	0,00	0,00
Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,11	0,00
João Pessoa	0,00	1,31	1,13	0,00
Santa Rita	0,00	0,72	2,24	1,14
São Miguel de Taipu	0,00	0,00	0,05	0,00
Pedras de Fogo	0,00	2,22	1,43	1,17
<b>TOTAL</b>	<b>2,57</b>	<b>6,75</b>	<b>4,97</b>	<b>3,58</b>
Município	Demanda em 2020 (l/s)			
	Água Boa	Gramame	Mumbaba	Mamuaba
Alhandra	0,43	1,79	0,00	1,53
Conde	3,02	1,37	0,00	0,00
Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,11	0,00
João Pessoa	0,00	1,80	1,55	0,00
Santa Rita	0,00	0,87	2,69	1,36
São Miguel de Taipu	0,00	0,00	0,05	0,00
Pedras de Fogo	0,00	2,07	1,33	1,09
<b>TOTAL</b>	<b>3,45</b>	<b>7,90</b>	<b>5,74</b>	<b>3,98</b>

## 8.2 – Abastecimento Industrial: Cadastro e Demandas

A demanda de água para o setor industrial é função do porte e tipo da atividade, processos produtivos e reuso da água. Naquelas em que se utiliza a água como insumo básico, o consumo tende a ser ainda mais elevado.

Sem que seja feito um levantamento das necessidades de cada estabelecimento, é difícil conhecer a demanda provável da água. Isso ocorre geralmente pela falta de controle por parte das indústrias, na medição do consumo, principalmente naquelas que se utilizam de poços, ou captação direta em cursos d'água.

Conhecem-se valores médios de consumo relacionados a cada tipo de atividade, em função de unidade de produção ou de outros dados tomado como referência. A Tabela 8.9 indica alguns valores que poderão ser utilizados na previsão de consumo de estabelecimentos comerciais e industriais.

Tabela 8.9 – Consumo de água em alguns tipos de estabelecimentos comerciais e industriais

NATUREZA	CONSUMO	NATUREZA	CONSUMO
Escritórios comerciais	50 l/pessoa/dia	Laticínios	1 – 5 l/kg de produto

Restaurantes	25 l/refeição	Curtumes	50 – 60 l/kg de couro
Hotéis, pensões	120 l/hóspede/dia	Fábrica de papel	100 – 400 l/kg de papel
Lavanderia	30 l/kg/roupa	Tecelagem (sem alvejamento)	10 – 20 l/kg de tecido
Hospitais	250 l/leito/dia	Laminação do aço	85 l/kg de aço
Garagens	50 l/automóvel/dia	Indústria têtil	1000 l/kg de tecido
Postos de serviços para veículos	150 l/veículo/dia	Saboarias	2 l/kg de sabão
Indústrias (uso sanitário)	70 l/operário/dia	Usinas de açúcar	75 l/kg de açúcar
Matadouros – animais de grande porte	300 l/cabeça abatida	Matadouros – animais de pequeno porte	150 l/cabeça abatida
Fábrica de conservas	20 l/kg de conserva	Cervejarias	20 l/litro de cerveja

Na bacia do rio Gramame encontram-se instaladas indústrias de diversos ramos de atividades, sendo sua maior concentração na parte baixa da sub-bacia do rio Mumbaba. Essas indústrias utilizam a água como insumo, ou para limpeza e lavagem, refrigeração, alimentação de caldeiras e fins potáveis.

Para a bacia em estudo, foi feito um levantamento de campo detalhado, estabelecimento por estabelecimento, levantando entre outros dados, informações quanto ao uso da água nos processos industriais, para fins potáveis, limpeza e lavagem, fonte de captação, etc.

Esse levantamento gerou o cadastro das indústrias inseridas na bacia do rio Gramame e que contribuem para o desenvolvimento sócio-econômico da região, alterações da demanda hídrica e degradação do meio ambiente. No anexo 1 são apresentadas as fichas cadastrais das indústrias, elaboradas no programa ACCESS (Banco de Dados).

Do levantamento de dados efetuado nas indústrias obteve-se, também, o consumo de água atual em cada sub-bacia, para uso industrial incluindo o processo produtivo, consumo humano, limpeza, lavagem e refrigeração, considerando a fonte de captação da água. A tabela 8.10 resume os valores obtidos na bacia no ano 2000.

Tabela 8.10 – Dados levantados do consumo d'água na bacia do rio Gramame por sub-bacia e fonte de captação para o ano 2000

SUB-BACIA	CONSUMO (m <sup>3</sup> /ano)	
	CAGEPA	POÇO + CURSO D'ÁGUA
Água Boa	300	121.316
Gramame	1.260	1.758.804
Mamuaba	540	0
Mumbaba	221.549	4.972.691

TOTAL	223.649	6.852.811
-------	---------	-----------

Para os anos de 2005, 2010, e 2020, foram feitas projeções baseadas nas taxas médias de crescimento industrial de cada sub-bacia. Essas taxas foram obtidas segundo a metodologia abaixo descrita:

- a) Determinou-se as taxas médias de crescimento linear anual das indústrias por município componente da bacia do rio Gramame (tabela 8.11), de acordo com dados fornecidos pelo IDEME (Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba) e IBGE. Foram consideradas apenas as taxas positivas de crescimento anual.

Tabela 8.11 – Taxa média de crescimento do número de indústria nos municípios componentes da bacia

Município	Taxa de Crescimento Anual (Ud/ano)			Crescimento Médio Anual
	79-85	85-92	92-97	
Alhandra	0,833	0,286	1,2	0,77
Conde	0	2	1,6	1,20
Cruz do Espírito Santo	0,167		0,2	0,18
João Pessoa	51	44,714	32,6	42,77
Pedras de Fogo	0	0,143	0,4	0,18
Santa Rita	6	4,571		5,29
São Miguel de Taipu	0	0	0	0,00

- c) Obteve-se as taxas de crescimento industrial de cada sub-bacia a partir do crescimento do número de indústrias nos municípios da bacia, observadas as especificidades de cada sub-bacia e as áreas territoriais participantes em cada uma delas. Projetou-se também o número de indústrias em cada sub-bacia para os anos de 2005, 2010 e 2020 com base no levantamento no número de indústrias do ano 2000 (Tabela 8.12).

Tabela 8.12 – Projeção do número de indústria da bacia do rio Gramame por sub-bacia para os anos 2005, 2010 e 2020

Sub-bacia	Número de indústrias em 2000	Taxa de Crescimento	Projeção para		
			2005	2010	2020
Água Boa	8	1,12	14	19	30
Gramame	6	7,32	43	79	152
Mamuaba	1	2,07	11	22	42
Mumbaba	66	9,29	112	159	252
TOTAL	81	-	180	279	476

- d) Aplicou-se as taxas de crescimento industrial das sub-bacias, para estimar o consumo d'água para as indústrias, em cada sub-bacia nos anos de 2005, 2010 e 2020 (Tabela 8.13), considerando a demanda industrial total atual de água, incluindo todas as fontes de obtenção de água, ou seja: Cagepa, poço e captação em curso d'água.

Tabela 8.13 – Dados estimados do consumo d'água na bacia do rio Gramame por sub-bacia , para os anos 2005, 2010 e 2020

Sub-bacia	Demanda atual (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Projeção (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /ano)		
		2005	2010	2020
Água Boa	0.122	0.21	0.29	0.46
Gramame	1.759	3.26	4.73	7.70
Mamuaba	0.001	0.01	0.01	0.02
Mumbaba	5.194	8.81	12.51	19.83
TOTAL	7.076	12.29	17.54	28.01

Vale ressaltar que, como o objetivo da definição da taxa de crescimento industrial é a estimativa do consumo d'água em cada sub-bacia aplicando essa mesma taxa, em cima dos valores atuais da demanda, o estudo não computou dados de indústria urbanas como padarias. Como elas se encontram no perímetro urbano seu consumo d'água já está incluído na demanda para abastecimento humano, atendida pela CAGEPA.

Algumas alterações tiveram que ser feitas devido a particularidades inerentes à política de administração de águas e à realidade física local. Assim, a agroindústria existente na bacia do rio Gramame está com sua capacidade limitada a oferta d'água do rio Gramame, tendo conseguido outorga da SEMARH para 1,55x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/ano, tendo sido computada com esta demanda para todos os horizontes.

### 8.3 - Demandas Hídricas Para a Irrigação

As demandas hídricas para a irrigação na bacia hidrográfica do rio Gramame foram determinadas de acordo com o levantamento de áreas irrigadas na região, tomando como base o cadastro dos irrigantes.

#### 8.3.1 – Cadastro de Irrigantes

O cadastro dos irrigantes da bacia foi elaborado com um levantamento de campo de todas as propriedades que aplicavam a técnica de irrigação, nas partes territoriais dos municípios que compõe a bacia do rio Gramame. Nele estão contidas informações, tais como:

nome da propriedade e do irrigante; município; coordenadas geográficas da propriedade, da área irrigada e do ponto de captação da água usada para a irrigação; sistema de irrigação empregado; cultura(s) irrigada(s); área irrigada por cultura; vazão aplicada; meses de irrigação; turno de rega; data de implantação do projeto; entre outras informações pertinentes para os dados cadastrais da propriedade irrigada. Quanto aos sistemas de irrigação utilizados, são cadastradas informações, como por exemplo, para sistemas de irrigação por aspersão convencional, desde o tipo e potência do conjunto motobomba ao tipo e número de aspersores usados por linha(s) lateral. Foram cadastrados 90 irrigantes na bacia do rio Gramame (anexo 2). A figura 8.1 mostra a localização das áreas irrigadas na bacia.

Nas figuras 8.2 e 8.3 estão apresentados os histogramas de frequência de áreas irrigadas, por sub-bacia e o total na bacia hidrográfica do rio Gramame, respectivamente. O critério para avaliação do tamanho das áreas foi baseado na metodologia adotada pelo IBGE e pela EMATER-PB. Assim, as áreas irrigadas foram classificadas como:

- a) muito pequena: < 5,0 ha;
- b) pequena: 5,0 ha a < 10,0 ha;
- c) média: 10,0 ha a < 50,0 ha;
- d) grande: 50,0 ha a 100,0 ha;
- e) muito grande: > 100,0 ha.

Do levantamento feito no campo, de uma maneira geral, observou-se uma grande frequência de pequenas áreas irrigadas na bacia hidrográfica do rio Gramame. As áreas muito pequenas foram predominantes em quase todas as sub-bacias, com exceção da sub-bacia do rio Mamuaba, onde se verifica a presença maior de médias áreas irrigadas. Nessas áreas, assim como nas pequenas também, são cultivadas culturas diversas, com predominância para as culturas do inhame, feijão, batata-doce e capim.

As áreas consideradas como média foram observadas em todas as sub-bacias. Praticamente, elas são responsáveis pela produção da cultura do abacaxi irrigado na bacia.

As áreas consideradas muito grande, acima de 100,0 ha, foram observadas também na maioria das sub-bacias, com exceção da sub-bacia do rio Água Boa. Essas áreas são as responsáveis pela produção, em quase sua totalidade, da cultura da cana-de-açúcar irrigada na bacia hidrográfica, principalmente nas sub-bacias dos rios Gramame e Mamuaba.

### **8.3.2 – Avaliação das demandas atuais**

Devido as informações de campo pouco precisas fornecidas pelos irrigantes, quanto a lâmina de irrigação aplicada por cultura irrigada, foi adotada a metodologia (Filgueira e Silva Neto, 1999) a seguir descrita, para a quantificação das demandas hídricas para a irrigação. A aplicação dessa metodologia se fez necessária devido ao fato de que, em sua grande maioria são os próprios irrigantes que elaboram os seus projetos de irrigação. E mesmo aqueles que tinham os seus projetos de irrigação elaborados por empresas especializadas, não manejavam corretamente os seus sistemas.

O primeiro passo da metodologia aplicada foi a verificação dos dados cadastrais dos irrigantes, quais as culturas irrigadas e suas respectivas áreas. Em seguida, de acordo com os dados da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), foi verificado que os meses de setembro a fevereiro é o período que apresenta o menor índice pluviométrico na bacia do rio Gramame. O que também se verificou pelos informações de campo que, é nesse período que os irrigantes mais utilizam os seus sistemas de irrigação.

Baseado nas necessidades hídricas médias, por período de crescimento vegetativo, de cada cultura irrigada na bacia, foram estabelecidos os coeficientes médios mensais de cultivo.

A evapotranspiração potencial (ETP) foi obtida a partir de uma série de médias mensais que melhor representava a bacia hidrográfica do rio Gramame, calculada pela fórmula de Hargreaves (SUDENE, 1984).

## Figura 8.1 – Localização das Áreas Irrigadas

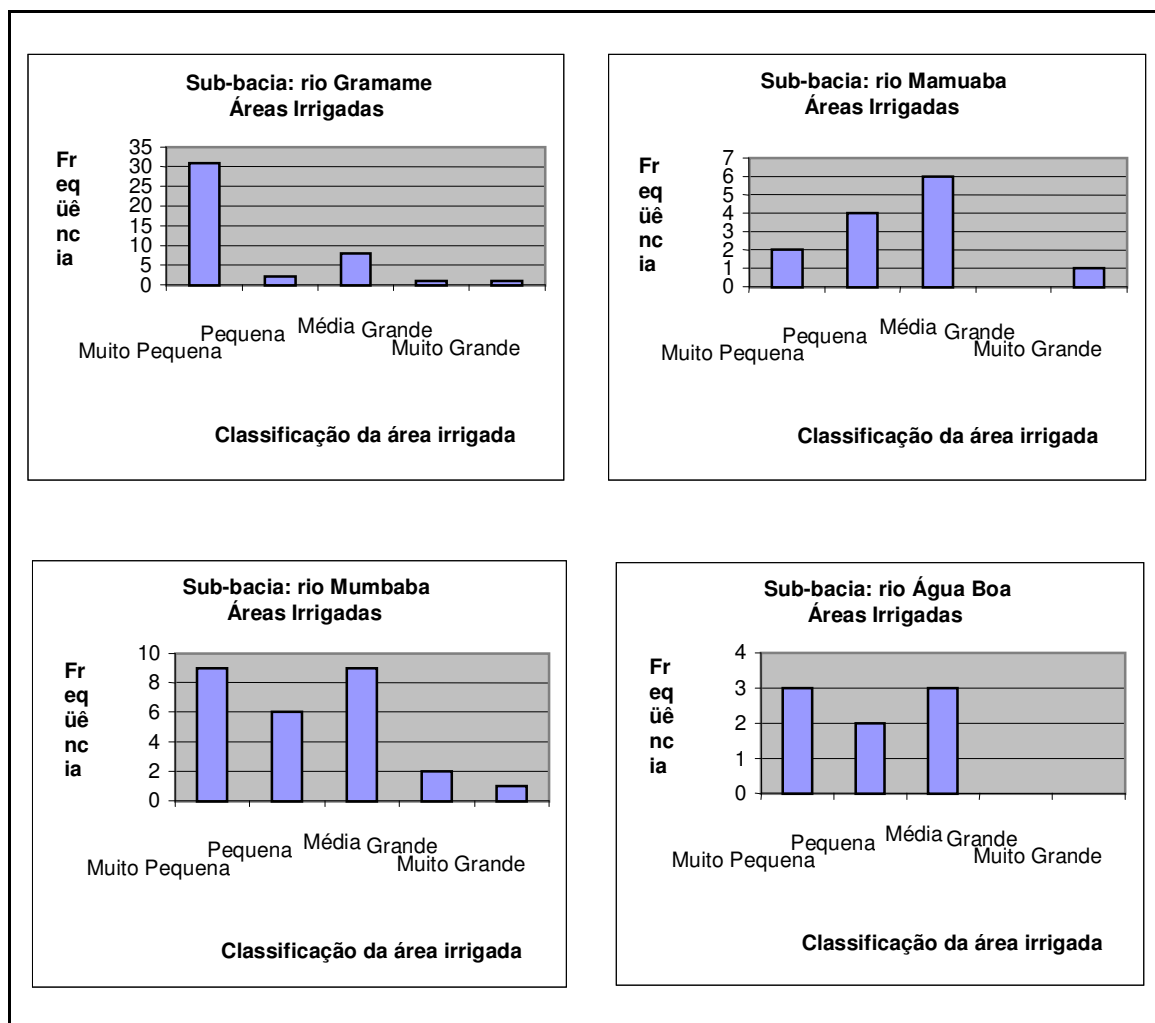


Figura 8.2 - Histograma de áreas irrigadas por sub-bacia do rio Gramame

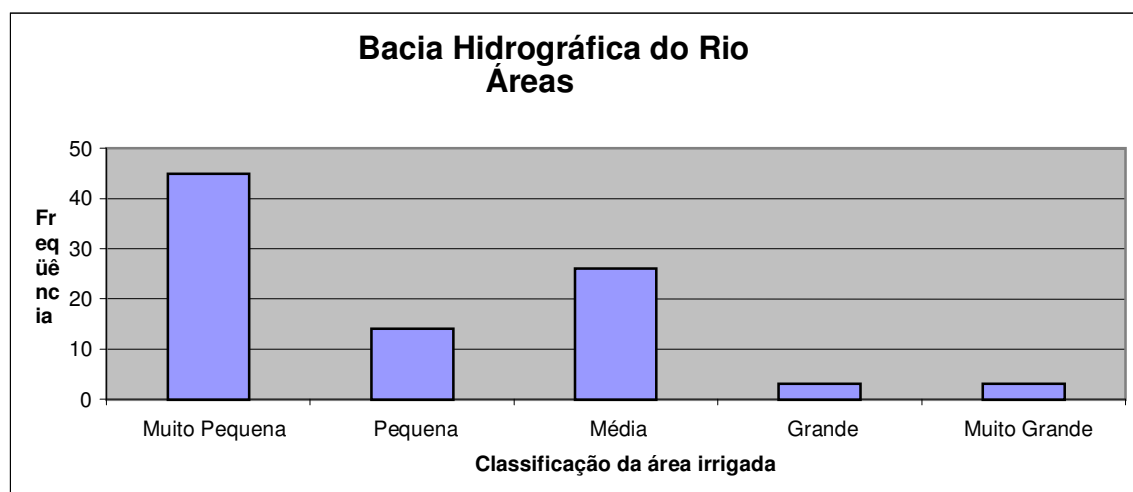


Figura 8.3 - Histograma de áreas irrigadas da bacia hidrográfica do rio

Multiplicando os valores dos coeficientes médios de cultivo pelos valores da ETP, ajustados temporalmente ao período de menor índice pluviométrico na bacia, nesse caso de setembro a fevereiro, obtém-se a necessidade hídrica diária da cultura. O consumo de água para a irrigação foi obtido, considerando as áreas irrigadas das culturas de cada área territorial dos municípios que compõe a bacia, admitindo-se um rendimento hidráulico médio dos sistemas de irrigação usados de 0,6.

Quanto a área total irrigada com a cultura da cana-de-açúcar de uma indústria sucro-alcooleira instalada na região, segundo informação da própria empresa, dos 3.000 ha irrigados, em 1.500 ha era realizada a irrigação suplementar só com água nos meses de menor índice pluviométrico da bacia. Nos demais 1.500 ha a irrigação é realizada unicamente com a vinhaça. Assim, no cálculo geral da quantidade de água usada para a irrigação por essa empresa, 50% da área total utilizava água para a irrigação na cultura da cana-de-açúcar.

### **8.3.3 – Projeção das demandas para os horizontes considerados**

Sendo a irrigação uma prática recente na bacia, não se encontram dados catalogados em cadastros consolidados para a bacia. As informações do IBGE e da Coordenadoria de Irrigação do Estado da Paraíba eram as únicas fontes de dados existentes. Mesmo assim, nestas fontes, a unidade básica de referência espacial era o município como um todo geográfico. Não permitiam também a localização das áreas irrigadas por falta, em grande parte das fichas cadastrais disponibilizadas, devido a ausência das coordenadas geográficas nestas fichas. Optou-se portanto, pela elaboração do cadastro já referido.

Todavia, informações importantes puderam ser extraídas destas fontes. A primeira informação relevante é que no ano de 1984, praticamente a irrigação era feita apenas pela indústria sucro-alcooleira instalada na bacia.

Esta conclusão permitiu se elaborar uma metodologia simplificada, porém consistente, para a projeção das demandas de água para a irrigação nos horizontes do PDRH-Gramame.

Tomando-se como nula as demandas para a irrigação no ano de 1984, ano da instituição do PROINE-Programa de Irrigação para o Nordeste, calculou-se a taxa de crescimento linear da área irrigada em hectares por ano, no período 1984 a 2000. Com estas taxas calculadas por sub-bacia, estimou-se as demandas para a irrigação para 2005, 2010 e 2020. Exclui-se do cálculo das taxas de crescimento, nas sub-bacias Gramame e Mamuaba, as áreas irrigadas bem como as demandas de água pela indústria sucro-alcooleira, por esta já estar praticando a irrigação de praticamente a área atual desde a segunda metade da década de

70. As tabelas 8.13 e 8.14 resumem os valores das áreas e demandas de água para a irrigação, estimadas por sub-bacia.

Tabela 8.13 – Valores das áreas irrigadas (ha) segundo os horizontes

Sub-bacia	Ano			
	2000	2005	2010	2020
Gramame	1.194,60	1.286,66	1.378,73	1.562,85
Mamuaba	770,40	823,65	876,90	983,40
Mumbaba	563,10	739,07	915,04	1.266,98
Água Boa	77,00	101,06	125,12	173,25
Total	2.605,10	2.950,44	3.295,78	3.986,48

Tabela 8.14 – Valores das demandas para a irrigação ( $10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ) segundo os horizontes

Sub-bacia	Ano			
	2000	2005	2010	2020
Gramame	13,56	14,47	15,50	17,57
Mamuaba	8,63	8,71	9,27	10,40
Mumbaba	6,21	8,15	10,09	13,97
Água Boa	0,81	1,06	1,31	1,82
Total	29,21	32,39	36,17	43,76

#### 8.4 – Demandas Hídricas para a Pecuária

O estabelecimento de uma metodologia para avaliação dos efetivos pecuários até o final do horizonte do PDRH-PB é simples e uma das dificuldades que se apresenta é o comportamento histórico da pecuária no período considerado no ajustamento dos modelos de crescimento, cuja fonte dos dados foi a publicação anual da Fundação IBGE “Produção da pecuária municipal” dos anos de 1979 a 1997. Nesse período o Estado da Paraíba enfrentou estiagens prolongadas, ocasionando desfalques significativos nos efetivos pecuários. Além deste, acrescenta-se os problemas de natureza econômica, que pela crise financeira no setor, obrigou os pecuaristas a venderem em larga escala seus rebanhos.

A quantificação das demandas para o abastecimento animal foi feita a partir da equação geral estabelecida pelo PLIRHINE:

$$\text{DPEC} = \text{BEDA} \cdot \text{CD}$$

Sendo,

DPEC = demanda para abastecimento pecuário

BEDA = bovinos equivalentes para demanda de água

CD = coeficiente de demanda ou “demanda per capita animal”, admitido no PLIRHINE, e adotado neste trabalho, igual a 50 l/BEDA/dia

A unidade hipotética BEDA, conforme definição apresentada no PLIRHINE, agrega a projeção dos bovinos, equídeos, ovinos, caprinos e suínos, fazendo com que cada espécie animal consumidora de água pondere em relação ao bovino. Esta unidade corresponde à seguinte expressão:

$$\text{BEDA} = \text{BOV} + 0,2 (\text{OV} + \text{CAP}) + \text{EQUI} + 0,25 \text{ SUI}$$

Onde,

BOV = bovinos e bufalinos

OV/CAP = ovinos e/ou caprinos

EQUI = equídeos (eqüinos + asininos + muares)

SUI = suínos

#### **8.4.1 - Dados existentes**

Os dados utilizados para a estimativa da demanda de água para a pecuária na bacia hidrográfica do rio Gramame, foram aqueles constantes no documento Pesquisa da Pecuária Municipal da Fundação IBGE, relativos aos anos de 1979 a 1997, levantados anualmente. Esses dados se referem ao número de bovinos, bufalinos, eqüinos, asininos, muares, ovinos, suínos e caprinos, conforme apresentados no anexo 3 deste volume.

#### **8.4.2 - Previsão da demanda**

Não existe um modelo específico que represente com fidelidade o comportamento da pecuária no Estado da Paraíba, uma vez que a sua evolução depende de fatores de natureza aleatória, como clima e políticas de incentivo ao setor. Desta forma, buscou-se meios alternativos para a realização da estimativa da pecuária dentro do período do plano. A observação da evolução do rebanho ao longo do tempo revela um aspecto oscilatório representado pela unidade BEDA, em ciclos repetitivos. Cálculos efetuados a partir dos respectivos valores mostram que os valores de BEDA crescem apenas dentro de períodos inferiores ou igual a cinco anos, fora dos quais ocorrem redução dos valores. Esta característica, associado ao fato do rebanho verificado no levantamento do ano de 1994 achar-se na situação inicial de recuperação, pôde-se estabelecer um critério para a estimativa de BEDA, que foi o cálculo da taxa de crescimento aritmética média móvel dos valores positivos

para intervalos de 3 e 5 anos (tabela 8.15), os quais permitem avaliar a evolução de BEDA, para os anos de 2000, 2005, 2010 e 2020.

A adoção desse critério pressupõe a concretização de uma política governamental de incentivo a pecuária, capaz de eliminar a evolução oscilatória dos rebanhos. Tais ações conduziriam a uma taxa de crescimentos aritmético ao longo do tempo factível de ser representada pela média de crescimento aqui adotada.

Uma outra dificuldade diz respeito à não abrangência do espaço geográfico da bacia hidrográfica do rio Gramame, aos municípios que a compõem. Assim, a determinação dos valores dos BEDA por sub-bacia foi feita considerando-se aproximadamente homogênea a distribuição desta variável no município, calculando-se o valor por unidade da área do município e recompondo-se os valores dos BEDA proporcionais à participação da área do município em cada sub-bacia.

A tabela 8.16 resume os valores assim obtidos enquanto que a tabela 8.17 resume as respectivas demandas da pecuária.

Tabela 8.15 – Taxas de crescimento aritméticas das médias móveis positivas para os intervalos de tempo de 3 e 5 anos.

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>3 anos</b>	<b>5 anos</b>
Alhandra	260,1	332,0
Conde	343,4	326,3
Cruz do Espírito Santo	213,0	227,8
João Pessoa	329,1	228,3
Santa Rita	266,2	165,1
São Miguel de Taipu	139,2	142,7
Pedras de Fogo	1497,7	1253,2

Tabela 8.16 – Previsão dos valores de BEDA para a pecuária da Bacia do Rio Gramame, segundo os municípios e sub-bacia.

<b>BEDA (ud)</b>					
<b>Agua Boa</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	694,70	911,93	1.104,18	1.488,67

	Conde	3.473,00	4.559,07	5.680,56	7.923,53
	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Santa Rita	0,00	0,00	0,00	0,00
	São Miguel de Taipu	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pedras de Fogo	2.389,37	3.003,52	3.699,13	5.090,35
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>6.557,07</b>	<b>8.474,53</b>	<b>10.483,87</b>	<b>14.502,55</b>
<b>Gramame</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	2.875,47	3.774,61	4.570,34	6.161,80
	Conde	1.578,64	2.072,31	2.582,07	3.601,60
	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	2.835,65	3.286,06	3.898,78	5.124,21
	Santa Rita	883,68	1.125,28	1.507,32	2.271,39
	São Miguel de Taipu	825,91	953,70	1.079,63	1.331,49
	Pedras de Fogo	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>8.999,35</b>	<b>11.211,96</b>	<b>13.638,14</b>	<b>18.490,50</b>
<b>Mumbaba</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conde	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cruz do Espírito Santo	3.954,94	5.137,90	6.276,70	8.554,30
	João Pessoa	2.446,96	2.835,63	3.364,36	4.421,83
	Santa Rita	566,04	720,80	965,52	1.454,94
	São Miguel de Taipu	2.567,83	2.965,15	3.356,68	4.139,73
	Pedras de Fogo	113,26	142,37	175,34	241,29
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>9.649,03</b>	<b>11.801,85</b>	<b>14.138,60</b>	<b>18.812,09</b>
<b>Mamuaba</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	2.428,44	3.187,80	3.859,83	5.203,88
	Conde	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Santa Rita	459,15	584,68	783,18	1.180,18
	São Miguel de Taipu	1.285,41	1.484,31	1.680,30	2.072,29
	Pedras de Fogo	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>4.173,01</b>	<b>5.256,79</b>	<b>6.323,31</b>	<b>8.456,34</b>
	<b>TOTAL DA BACIA</b>	<b>29.378,45</b>	<b>36.745,13</b>	<b>44.583,91</b>	<b>60.261,47</b>

Tabela 8.17 – Previsão dos valores da demanda hídrica para a pecuária da Bacia do Rio Gramame, segundo os municípios.

<b>Demanda Hídrica para a Pecuária (m³/ano)</b>					
<b>Água Boa</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	12.678,35	16.642,79	20.151,28	27.168,24
	Conde	63.382,30	83.203,10	103.670,19	144.604,37

	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Santa Rita	0,00	0,00	0,00	0,00
	São Miguel de Taipu	0,00	0,00	0,00	0,00
	Pedras de Fogo	43.605,95	54.814,28	67.509,14	92.898,87
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>119.666,59</b>	<b>154.660,16</b>	<b>191.330,60</b>	<b>264.671,48</b>
<b>Gramame</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	52.477,35	68.886,69	83.408,76	112.452,91
	Conde	28.810,13	37.819,59	47.122,81	65.729,26
	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	51.750,59	59.970,55	71.152,66	93.516,87
	Santa Rita	16.127,15	20.536,36	27.508,51	41.452,81
	São Miguel de Taipu	15.072,84	17.405,08	19.703,30	24.299,74
	Pedras de Fogo	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>164.238,06</b>	<b>204.618,26</b>	<b>248.896,04</b>	<b>337.451,59</b>
<b>Mumbaba</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conde	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cruz do Espírito Santo	72.177,66	93.766,68	114.549,78	156.115,98
	João Pessoa	44.657,05	51.750,29	61.399,65	80.698,36
	Santa Rita	10.330,30	13.154,62	17.620,66	26.552,72
	São Miguel de Taipu	46.862,83	54.113,97	61.259,34	75.550,09
	Pedras de Fogo	2.066,95	2.598,23	3.199,97	4.403,46
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>176.094,77</b>	<b>215.383,79</b>	<b>258.029,39</b>	<b>343.320,61</b>
<b>Mamuaba</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
	Alhandra	44.319,11	58.177,41	70.441,85	94.970,73
	Conde	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cruz do Espírito Santo	0,00	0,00	0,00	0,00
	João Pessoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Santa Rita	8.379,43	10.670,39	14.293,02	21.538,27
	São Miguel de Taipu	23.458,82	27.088,63	30.665,49	37.819,23
	Pedras de Fogo	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>TOTAL DA SUB-BACIA</b>	<b>76.157,36</b>	<b>95.936,43</b>	<b>115.400,36</b>	<b>154.328,23</b>
	<b>TOTAL DA BACIA</b>	<b>536.156,79</b>	<b>670.598,64</b>	<b>813.656,40</b>	<b>1.099.771,92</b>

## 8.5 – Usos não Consuntivos

São poucos os empreendimentos caracterizados como de uso não consuntivo na bacia hidrográfica do rio Gramame. Foram cadastrados apenas três, a seguir descritos:

1. Vale das Cascatas S. A. Empreendimentos Turísticos, empreendimento hoteleiro e de lazer no município do Conde, sub-bacia do riacho Boa Água, localizado nas coordenadas UTM: 289,01 km e 9.197,93 km; com estrutura composta por um hotel com 30 apartamentos de 12 piscinas, sendo uma de médio porte com, aproximadamente, 200 m<sup>2</sup>, e o restante são pequenas piscinas para crianças. O sistema de abastecimento é composto de uma fonte surgente natural e mais 3 poços rasos, com diâmetro de 1 metro e 3 metros de profundidade cada, com bombas de pequeno porte. O bombeamento e a fonte objetivam a reposição da água perdida por evaporação nas piscinas e ao abastecimento da parte hoteleira.
2. Pesque e Pague Mata D'Água, empreendimento de piscicultura para fins de lazer no município de Santa Rita, sub-bacia do rio Gramame, localizado nas coordenadas UTM: 284,03 km e 9.193,20 km; composto por um restaurante e por quatro viveiros, sendo um com área de 2,0 ha, dois de 1,0 ha, um de 0,5 ha e um de, aproximadamente, 0,2 ha; nos quais os peixes são criados e comercializados de forma recreativa.
- 3) Piscicultura da Granja Oitá, empreendimento para comercialização de peixes no município de Santa Rita, sub-bacia do rio Mumbaba, atualmente temporariamente desativado, localizado nas coordenadas UTM: 281,90 km e 9.203,69 km; composto por 12 viveiros, sendo três com área de 0,5 ha e nove com aproximadamente 60 m<sup>2</sup> cada.

## 8.6 - Referências Bibliográficas

- DUCHESNE, Louis. (1990). *Proyecciones de Población, por Sexo y Eddad, para Areas Intermedias y Menores – Método “Relación de Coortes”*. Santiago: CELADE.
- EDITORIA ABRIL. (2000). *Almanaque Abril – Edição Brasil*. 26ª Edição, 432p.
- FILGUEIRA, H. J. A. & SILVA NETO, A. F. da. (1999). *Estimativa do consumo de água para a irrigação na bacia hidrográfica do rio Gramame*. Workshop sobre o Uso e Conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, 1. João Pessoa: SUDEMA.
- IBGE/UNFPA-BRA/98/P08. NOÉ, R. A. M. & OLIVEIRA, J. C. (1999). *Projeção das Populações Municipais por Sexo e Idades Simples pelo Método de Relação de Coortes: 1997 a 2020*. Rio de Janeiro: IBGE, 16 p.
- SUDENE. (1984). *Dados climatológicos básicos do Nordeste*. Recife: SUDENE, 56 p.