

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS II - CAMPINA GRANDE - PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO : DOUGLAS SILVA LUNA
MATRÍCULA : 891.1249-X
SUPERVISORA: GLEDSNELI M. DE LIMA LINS
COORDENADOR: RICARDO CORREIA LIMA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

DEZEMBRO/94



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

COMISSÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

-
Professora Gledsneli M. de Lima Lins

- Supervisora -

-
Professor Ricardo Correia Lima

- Coordenador -

-
Douglas Silva Luna

- Estagiário -

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
RECURSOS HÍDRICOS

" ESTUDO DA DEMANDA HÍDRICA DO ESTADO DA PARAÍBA "

ÍNDICE

	Páginas
AGRADECIMENTOS.....	ii
APRESENTAÇÃO.....	iii
1.0 - INTRODUÇÃO.....	1
2.0 - ESTUDO DAS DEMANDAS HÍDRICAS ATUAIS E FUTURAS.....	3
2.1 - Demanda Hídrica para o Abastecimento Humano.....	8
2.1.1 - Estimativa da População.....	8
2.1.2 - Cálculo da Demanda Hídrica.....	13
2.2 - Demanda Hídrica para a Pecuária.....	16
2.3 - Demanda Hídrica para a Indústria.....	20
2.4 - Demanda Hídrica para a Irrigação.....	23
3.0 - CONCLUSÃO.....	25
4.0 - BIBLIOGRAFIA.....	26
5.0 - ANEXOS	
COMISSÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	

AGRADECIMENTOS

À Deus, presente em todos os momentos, conduzindo-me pelos melhores caminhos pelas veredas de sua justiça.

Aos meus familiares, professores e amigos, em especial a ROSSANA CAVALCANTI ARAÚJO, pelo companherismo e incentivo durante o estágio.

APRESENTAÇÃO

Este relatório diz respeito ao estágio supervisionado realizado por DOUGLAS SILVA LUNA, matriculado no Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, sob o número de matrícula 891.1249-X, realizado no Laboratório de Hidráulica da Área de Engenharia de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil, sob regime semanal de 20 horas, tendo como Supervisora a Professora GLEDSNELI M. DE LIMA LINS e como Coordenador o Professor RICARDO CORREIA LIMA.

As atividades realizadas durante o estágio compreenderam o período de 01 de Agosto de 1994 a 31 de Dezembro de 1994, perfazendo um total de 400 horas.

1.0 - INTRODUÇÃO

Infelizmente a Paraíba possui mais de 90% de sua área no " Polígono das Secas ", o que a torna um estado com uma escassez de chuva altíssima, provocando assim o êxodo rural. O que fazer para reverter esse quadro que só traz prejuízos para todos os setores socio-econômicos ?

A equipe técnica da Área de Recursos Hídricos do DEC/CCT/UFPB, está elaborando o Plano Estadual e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba com a finalidade de diminuir estes prejuízos causados pela estiagem.

A principal finalidade do Plano é proporcionar ao Governo do Estado instrumentos para maximizar a utilização dos recursos hídricos, de acordo com os critérios e prioridades especificados em uma Política de Uso da Água, adaptando o Estado a uma melhor convivência com o fenômeno da seca.

Este Plano compreende, essencialmente, das seguintes fases de atividades: Avaliação das Potencialidades Hídricas, Avaliação das Disponibilidades Hídricas, Estudo da Demanda Hídrica, Diagnóstico, Plano de Ação Imediata (PAI) e Elaboração de Anteprojeto da Política de Uso da Água (UFPB/ATECEL, 1993).

Neste relatório serão tratados assuntos referentes

as atividades básicas para o desenvolvimento do Estudo da Demanda Hídrica da Paraíba, concluído em agosto do corrente ano.

2.0 - ESTUDO DAS DEMANDAS HÍDRICAS ATUAIS E FUTURAS

O estudo da demanda hídrica é de fundamental importância para o Plano de Recursos Hídricos da Paraíba. Através deste estudo, podemos confrontar a disponibilidade e a demanda hídrica do Estado, de tal forma que permita uma avaliação dos conflitos de uso da água em cada bacia hidrográfica. Neste sentido, poderão ser estabelecidas as prioridades atuais e futuras para o adequado aproveitamento dos recursos hídricos existentes no Estado da Paraíba.

Para possibilitar a avaliação da demanda é necessário distribuir todos os municípios do Estado em suas respectivas bacias de forma a deixar os dados compatíveis com o Estudo da Disponibilidade Hídrica. Para a distribuição dos municípios foi utilizado o mapa do Estado da Paraíba - Divisão Municipal - IBGE, escala 1:1.000.000, contendo os limites das bacias e os municípios do Estado. O critério utilizado para os municípios que estão situados entre os limites de duas bacias, ou seja, cuja a área não está totalmente inserida nos limites de uma bacia, foi considerar o município pertencente a uma determinada bacia, desde que esta possua dentro de seus limites a sede do município. A seguir, temos a distribuição dos municípios do Estado em suas respectivas bacias.

Relação dos Municípios da Paraíba por Bacia

Bacia 1 - Alto Piranhas

- Bonito de Santa Fé, Carrapateira, Monte Horebe, Nazarezinho, São José de Piranhas e São José da Lagoa Tapada.

Bacia 2 - Médio Piranhas

- Belém do Brejo do Cruz, Bom Sucesso, Brejo do Cruz, Brejo dos Santos, Catolé do Rocha, Condado, Desterro de Malta, Jericó, Lagoa, Malta, Paulista, Riacho dos Cavalos e São Bento.

Bacia 3 - Peixe

- Bom Jesus, Cachoeira dos Índios, Cajazeiras, Lastro, Santa Cruz, Santa Helena, São João do Rio do Peixe, Sousa, Triunfo e Uiraúna.

Bacia 4 - Piancó

- Água Branca, Aguiar, Boa Ventura, Boqueirão dos Cochos, Catingueira, Conceição, Coremas, Curral Velho, Diamante, Emas, Ibiara, Imaculada, Itaporanga, Juru, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Piancó, Pombal, Princesa Isabel, Santana de

Mangueira, Santana dos Garrotes, São José de Caiana, Serra Grande e Tavares.

Bacia 5 - Espinharas

- Cacimba de Areia, Mãe d'Água, Passagem, Patos, Quixaba, Salgadinho, Santa Terezinha, São José de Espinharas, São José do Bonfim e Teixeira.

Bacia 6 - Seridó

- Cubati, Frei Martinho, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí, Santa Luzia, São José do Sabugi, São Mamede, Seridó e Várzea.

Bacia 7 - Alto Paraíba

- Barra de São Miguel, Boqueirão, Camalaú, Congo, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro e Sumé.

Bacia 8 - Médio Paraíba

- Aroeiras, Campina Grande, Fagundes, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas e Umbuzeiro.

Bacia 9 - Baixo Paraíba

- Alhandra, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Caldas Brandão, Conde, Cruz do Espírito Santo, Gurinhém, Ingá, Itabaiana, Itatuba, João Pessoa, Juarez Távora, Juripiranga, Lagoa Seca, Lucena, Mari, Massaranduba, Mogeiro, Pedras de Fogo, Pilar, Pitimbu, Salgado de São Félix, Santa Rita, São Miguel de Taipu, Sapé e Serra Redonda.

Bacia 10 - Taperoá

- Cabaceiras, Desterro, Gurjão, Juazeirinho, Junco do Seridó, Livramento, Olivedos, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Soledade e Taperoá.

Bacia 11 - Jacú/Curimataú

- Araruna, Barra de Santa Rosa, Cacimba de Dentro, Caiçara, Cuité, Dona Inês, Duas Estradas, Jacaraú, Lagoa de Dentro, Nova Floresta e Tacima.

Bacia 12 - Mamanguape

- Alagoa Grande, Alagoa Nova, Alagoinha, Araçagi, Arara, Areia, Areial, Baía da Traição, Bananeiras, Belém, Borborema, Cuitegi, Esperança, Guarabira, Itapororoca, Mamanguape, Mataraca,

Mulungu, Pilões, Pilõesinhos, Pirpirituba, Remígio, Rio Tinto, São Sebastião de Lagoa de Roça, Serra da Raiz, Serraria e Solânea.

Para o desenvolvimento do estudo da demanda hídrica foram feitas consultas de dados e informações existentes aos órgãos de usuários da água no Estado (Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba - CAGEPA, Secretaria de Agricultura, Irrigação e Abastecimento, Secretaria da Indústria e Comércio, Cooperativas de Irrigantes, etc.). Utilizamos, também, estudos desenvolvidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará - Estudos de Base II e o Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE).

Neste estudo foram analisados as demandas referentes ao abastecimento humano, a pecuária, a irrigação e o abastecimento industrial. Para cada tipo de demanda citado acima foram feitos estudos separados e, posteriormente, analisamos o conjunto com as demandas totais para cada uma das doze bacias hidrográficas do Estado consideradas neste estudo.

Os valores encontrados para as diversas demandas não podem ser determinadas com um rigor matemático. Vários fatores atuam de modo a torná-los flexíveis e variáveis, como veremos adiante.

Os quadros de demanda mencionados neste relatório são referentes aos municípios da Bacia do Piancó.

2.1 - DEMANDA HÍDRICA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO

A demanda hídrica para o abastecimento humano é relativa a demanda necessária para abastecer comunidades urbanas e rurais, estando intimamente ligada às condições de sobrevivência destas populações. Sendo, portanto, de grande importância e máxima prioridade em qualquer planejamento em recursos hídricos.

2.1.1 - Estimativa da População

Para o cálculo das demandas hídricas futuras temos que fazer uma estimativa do crescimento populacional. É relevante, no entanto, fazer algumas considerações:

- O crescimento ou decréscimo da população de uma cidade está relacionado com o número de nascimentos, óbitos, migração e imigração. Estas parcelas são influenciadas por fatores relacionados à comunidade, ao país e ao mundo. A população cresce por nascimentos e migração, decresce por mortes e imigração. Se a soma destas alterações for positiva há um aumento populacional, caso contrário, uma diminuição;

- No Nordeste, principalmente nos períodos da seca, ocorre a predominância da imigração, o que em parte explica o decréscimo populacional acentuado na zona rural. Além disso, devido

as condições mais favoráveis nos centros urbanos, não há retorno da população rural.

- A previsão populacional deve ser feita de forma criteriosa, com base no desenvolvimento demográfico do passado próximo, minimizando a margem de erro.

Para realizar a estimativa da população, coletou-se dados censitários da população urbana e rural dos seguintes anos: 1960, 1970, 1980 e 1990. Conseguimos, também, a população urbana de 1950, fornecida pela CAGEPA. A partir destes dados foram construídas curvas de crescimento populacional para todos os municípios e bacias do Estado das populações urbanas, rurais e totais. Essas curvas tem por finalidade a verificação da tendência de crescimento do município possibilitando fazer uma comparação com os municípios situados em áreas circunvizinhas, pertencentes a mesma bacia. No Anexo 1 são apresentadas as curvas de crescimento populacional de algumas cidades situadas na Bacia Piancó.

Com os dados conseguidos e as curvas podemos observar os seguintes fatos:

- A população rural, no decorrer dos anos, vem decrescendo, às vezes, de forma brusca. Enquanto, que a população urbana vem aumentando;

- O decréscimo populacional verificado em algumas cidades, entre os censos de 1960 e 1970, foi devido a emancipação de alguns distritos pertencentes a essas cidades, num total de 83 novos municípios, neste período;

- Em alguns casos os dados foram considerados duvidosos, principalmente, alguns dados da população urbana de 1950 que foram excluídos da análise.

Após a análise dos dados e das curvas, foi escolhido o método de previsão populacional mais adequado para cada município. As estimativas de população foram feitas para os anos 2000, 2010 e 2020.

Existem vários métodos de previsão da população, destacando-se:

- Método do Prolongamento da Curva de Crescimento;
- Método das Curvas de Crescimento de Outras Cidades;
- Método do Crescimento Aritmético;
- Método do Crescimento Geométrico;
- Método da Curva Logística;

Com exceção de João Pessoa, o método escolhido foi o processo de crescimento geométrico, o qual conduz a um crescimento ilimitado, dado pela seguinte fórmula:

$$P_n = P_o \cdot (1 + r)^a$$

$$r = (P_n/P_o)^{1/a} - 1$$

$$a = t_n - t_o$$

onde: P_n - população futura;

P_o - população do ano base (P_{1990})

a - período da estimativa (10, 20 e 30 anos);

t_n - ano que se deseja a projeção (2000, 2010

2010 e 2020);
to - ano base (1990);
r - razão geométrica.

Como dispomos dos dados censitários de 1960, 1970, 1980 e 1990, temos três alternativas na escolha de dois dados para o cálculo da razão r:

- populações de 1960 e 1970, (r1);
- populações de 1970 e 1980, (r2);
- populações de 1980 e 1990, (r3).

Existe, ainda, uma quarta alternativa, que é a média das razões obtidas acima. Esta foi a alternativa adotada para este estudo, então temos:

$$r = (r1+r2+r3)/3$$

É importante salientar que não foram consideradas as razões que tinham valores negativos, ou seja, que demonstravam decréscimo populacional entre dois censos. Pois, quando estamos fazendo previsões da população futura para a demanda, a estimativa deve ser sempre para valores que aumentem a população, desta forma será garantida uma certa "folga" para o consumo de água. Deve-se analisar a coerência dos valores encontrados, evitando valores incompatíveis com a realidade dos municípios.

Comparou-se, para a maioria das cidades, os valores obtidos das previsões populacionais pelo método geométrico com os valores recomendados pela SUDENE, que prevê a duplicação das

populações de pequeno porte num período de 20 anos. Para as cidades com população mais significativas, que representam polos de convergência econômica regional, comparou-se os valores com o estudo desenvolvido pela CAGEPA. Resumindo, temos as seguintes equações:

Localidades com populações mais significativas
(CAGEPA):

- Campina Grande : $P_n = P_o.(1 + 0,0355)^{tn-t_0}$
- Cajazeiras : $P_n = P_o.(1 + 0,0434)^{tn-t_0}$
- Bayeux : $P_n = P_o.(1 + 0,0200)^{tn-t_0}$
- Patos : $P_n = P_o.(1 + 0,0300)^{tn-t_0}$
- Sousa : $P_n = P_o.(1 + 0,0516)^{tn-t_0}$
- Guarabira : $P_n = P_o.(1 + 0,0400)^{tn-t_0}$

Demais localidades (SUDENE):

$$P_n = P_o.(1 + 0,03526)^{tn-t_0}$$

Desta comparação, pode-se observar as possíveis falhas e procurar o valor coerente para cada município.

Para o caso específico de João Pessoa, utilizou-se a equação recomendada pela CAGEPA, esta se baseia em uma lei exponencial representativa do crescimento anual, tendo como ano base 1960:

$$P_n = P_{1960} / (1 + e^x)$$

$$\text{onde: } x = 2,9368 - 0,0483.(tn-t_{1960});$$

P_{1960} - população de 1960;

t_n - ano que se deseja a
projeção.

No Anexo 2 encontra-se o quadro 1 com os dados censitários e as previsões definitivas para os municípios da Bacia do Piancó.

2.1.2 - Cálculo da Demanda Hídrica

O estudo da demanda hídrica presuppõe a fixação da cota "per capita", que é a quantidade de água usada por dia, em média, por um habitante, geralmente expressa em litros. Contudo, vários fatores que influenciam o consumo podem alterar a cota "per capita", são eles: característica da população, desenvolvimento da cidade, condições climáticas e características da abastecimento de água.

Como não se pode levar em consideração todos os fatores relacionados acima, a cota "per capita" deverá ser escolhida em função da quantidade de habitantes e da localização (zona urbana ou rural). No valor da cota "per capita" estão incluídos o consumo doméstico, os serviços públicos e as perdas. O primeiro está relacionado à bebida, preparo dos alimentos, lavagem de utensílios e roupas, higiene pessoal, limpeza dos ambientes, etc. Nos serviços públicos são considerados a manutenção de praças, fontes, escolas, presídios, etc. As perdas são devido aos

vazamentos e a má utilização da água.

Na zona rural nordestina, geralmente, o padrão de vida é muito baixo. O abastecimento de água é precário e são raras as instalações domiciliares completas, tais como: banheiros, torneiras, pias, etc. Além de que em época de seca o consumo de água é mínimo. Desta forma, foi adotado uma cota "per capita" recomendada PLIRHINE de 100 l/hab/dia, independente da quantidade de habitantes existentes na zona rural.

Em contraste com a zona rural, tem-se a complexidade do consumo da zona urbana. As cotas "per capita" na zona urbana são variáveis, quanto maior a população abastecida maior serão os outros consumos urbanos e não apenas o consumo para fins domésticos. Foram adotadas as cotas "per capita" médias indicadas pela CAGEPA, as quais já incluem um reforço de 20% referentes as perdas no sistema. As cotas "per capita" médias por faixa de população são as seguintes:

- até 10 mil habitantes.....100l/hab/dia
- de 10 mil até 100 mil habitantes.....120l/hab/dia
- de 100 mil até 300 mil habitantes.....150l/hab/dia
- de 300 mil até 500 mil habitantes.....200l/hab/dia
- acima de 500 mil habitantes.....250l/hab/dia

Definido as cotas "per capita", podemos calcular as demandas hídricas para as populações urbanas e rurais.

A equação para a demanda é a seguinte:

$$D_{ij} = C \cdot P_{ij}$$

onde: i - município considerado;

j - ano de projeção considerado;

D - demanda hídrica;

C - cota "per capita";

P - população.

No quadro 2 do Anexo 2 estão as demandas hídricas atuais e futuras para os municípios da Bacia Piancó.

2.2 - DEMANDA HÍDRICA PARA A PECUÁRIA

A pecuária é uma das principais atividades econômicas do Estado. Contudo, os últimos períodos de seca vem afetando consideravelmente os rebanhos, praticamente dizimando algumas espécies, devido a falta de água e pasto. Desta forma, é importante considerar a demanda hídrica para a pecuária, localizando neste estudo as regiões mais críticas do Estado.

Foram consideradas os seguintes rebanhos:

- bovino (bois e vacas);
- suíno (porcos);
- ovino (carneiros e ovelhas);
- caprino (bodes e cabras);
- eqüinos (cavalos e éguas);
- asinino (asnos, burros, jumentas, bestas e jegues);
- muar (mulas);
- bufalino (búfalos).

Foram coletados os dados do censo agropecuário para cada rebanho mencionado acima, para os anos de 1975, 1980, 1985 e 1990.

O estabelecimento das demandas para o abastecimento da pecuária foi feito em função de uma unidade hipotética

denominada BEDA (bovino equivalente para a demanda de água), conforme definição apresentada pelo PLIRHINE.

O BEDA é determinado pela seguinte equação:

$$BEDA_{ij} = BOV_{ij} + 0,2.(OV_{ij} / CAP_{ij}) + EQUI_{ij} + 0,25.SUI_{ij}$$

onde: i - município considerado;
j - ano de projeção considerado;
BOV - bovinos e bufalinos;
OV/CAP - ovinos e/ou caprinos;
EQUI - eqüídeos (eqüinos + asininos + muares);
SUI - suínos.

Para a estimativa do BEDA foi adotado o processo de crescimento geométrico, então temos:

$$B_n = B_o.(1 + r)^a$$

$$r = (B_n/B_o)^{1/a} - 1$$

$$a = t_n - t_o$$

onde: B_n - BEDA futuro;
B_o - BEDA do ano base (1990);
t_n - ano projetado (2000, 2010 e 2020);
t_o - ano base (1990);
r - razão geométrica.

A razão geométrica adotada é a média das razões de todos os períodos considerados. Então, tem-se:

- de 1975 e 1980, (r1);
- de 1980 e 1985, (r2);
- de 1985 e 1990, (r3).

Desta forma, a razão será:

$$r = (r1+r2+r3)/3$$

No quadro 3 do Anexo 2 temos os valores de BEDA e as projeções calculadas para os municípios da Bacia Piancó.

Pelos mesmos motivos apresentados na estimativa da população humana, não foram considerados razões que apresentaram valores negativos.

Apesar do censo agropecuário ser realizado a cada 5 anos, os valores apresentam grande variação entre estes períodos. Estes valores dependem da tendência do mercado pecuário, do incentivo do Governo, entresafra, etc. No entanto, se o ano censitário coincidir com um ano de seca será observada uma queda brusca, em relação aos outros anos considerados. Geralmente, não existe uma tendência de crescimento ou decrescimento, o que torna a análise difícil. As razões médias que apresentavam valores elevados ou muito baixos não foram consideradas, a solução encontrada foi calcular a média das razões geométricas da bacia, entre aqueles municípios com valores coerentes, adotando a média da razão geométrica da bacia para o restante dos municípios que

apresentavam razões geométricas inadequadas.

Para o cálculo da demanda foi considerada uma cota "per capita" de 50 l/cab/dia recomendada pelo PLIRHINE. Temos, então, a seguinte equação:

$$D_{ij} = C_{ij} \cdot BEDA_{ij}$$

onde: i - município considerado;

j - ano considerado;

D - demanda atual ou futura;

C - cota de 50 l/cab/dia;

BEDA - bovino equivalente para a demanda de água.

No quadro 4 do Anexo 2 temos os valores encontrados para a demanda hídrica para a pecuária dos municípios da Bacia Piancó.

2.3 - DEMANDA HÍDRICA PARA A INDÚSTRIA

O estudo da demanda hídrica para a indústria é de fundamental importância, pois algumas indústrias deixariam de funcionar se fossem privadas de água. A água pode entrar como matéria-prima, por exemplo, em indústrias de fabricação de gelo ou refrigerantes. Constitui elemento auxiliar na indústria de preparação de alimentos. É indispensável ao processamento na laminação do aço e no refino do petróleo.

A demanda hídrica varia com o tipo da indústria e com o porte da mesma. Abaixo estão relacionados os tipos de indústrias consideradas no estudo da demanda hídrica e os coeficientes de demanda de água de acordo com a recomendação do PLIRHINE.

TIPO DE INDÚSTRIAS:	COEFICIENTE (m ³ /op/dia):
1. Agropecuária	5,00
2. Bebidas	10,00
3. Borracha	0,02
4. Calçados	0,20
5. Couros e Assemelados	2,80
6. Extração de Minerais	0,20
7. Editorial e Gráfica	0,30
8. Madeira	0,20

(continuação)

TIPO DE INDÚSTRIA:	COEFICIENTE(m ³ /op/dia):
9. Mat. Elét., Eletrônico e de Comunicação	0,20
10. Material de Transporte	0,30
11. Mecânica	0,30
12. Metalúrgica	0,50
13. Mobiliário	0,20
14. Papel, Papelão e Celulose	0,82
15. Produtos Alimentares	5,00
16. Produtos de Materiais Plásticos	0,82
17. Produtos Minerais Não-Metálicos	0,26
18. Produtos Farmacêuticos e Veterinários	9,80
19. Química	9,80
20. Refino do Petróleo e Destilação do Alcool	37,00
21. Têxtil	1,50
22. Vestiário, Artefatos de Tecido e de Viagem	0,20

Como a demanda depende do porte da indústria e este está relacionado com o número de pessoal ocupado, foi considerado que o crescimento desta acompanhará o crescimento populacional. Portanto, foram adotadas as mesmas razões geométricas do crescimento da população urbana.

A equação será a seguinte:

$$PO_n = PO_{1992} \cdot (1 + r)^{tn-to}$$

onde: PO_n - pessoal ocupado (futuro);
 PO_{1992} - pessoal ocupado em 1992;
 r - razão geométrica da população urbana;
 $tn-to$ - período da estimativa (8, 18 e 28 anos).

Os dados obtidos de tipo da indústria e pessoal ocupado foram retirados do Cadastro Industrial do Estado da Paraíba - Federação das Indústrias do Estado (FIEP).

A equação geral da demanda hídrica para a indústria é a seguinte:

$$DAI_{ij} = PO_{ij} \cdot CD_{ij}$$

onde: i - município considerado;
 j - ano considerado;
 DAI - demanda de água na indústria;
 PO - quantidade de pessoal ocupado;
 CD - coeficiente de demanda de água.

No quadro 5 do Anexo 2 temos os resultados para a demanda hídrica para a indústria.

2.4 - DEMANDA HÍDRICA PARA A IRRIGAÇÃO

A agricultura no estado da Paraíba é uma das atividades econômicas mais significativas. Entretanto, para que esta atividade seja desenvolvida é necessário a implantação de novas técnicas que resultem em um melhor aproveitamento do solo e dos recursos hídricos existentes.

A irrigação é uma técnica muito antiga, que nos dias atuais vem solucionando a irregularidade das chuvas da região Nordeste fazendo com que áreas que não eram produtivas devido a seca tornem-se centros produtores de alimentos e, portanto, trazendo recursos financeiros para essas áreas irrigadas.

No Nordeste e em particular no estado da Paraíba, a tendência é que a irrigação se desenvolva cada vez mais. Tendo em vista este fato e não possuindo informações mais consistentes, desenvolveu-se a seguinte análise:

Com os dados da Secretaria Nacional de Irrigação (SENIR) foram obtidos as demandas hídricas por município, referentes ao ano de 1992.

As projeções da demanda hídrica para os anos de 2000, 2010 e 2020 foram determinadas através da duplicação, triplicação e quadruplicação, respectivamente, das demandas de 1992.

No quadro 6 do Anexo 2 estão os resultados da demanda hídrica para a irrigação.

3.0 - CONCLUSÃO

A construção de um quadro geral contendo as demandas hídricas para o abastecimento humano, a pecuária e o abastecimento industrial possibilitará uma melhor avaliação dos recursos hídricos do estado.

O quadro geral das demandas hídricas do estado da Paraíba é a síntese deste relatório. Este é indispensável em qualquer planejamento em recursos hídricos. Podemos, agora, comparar as diversas demandas das Bacias do Estado, principalmente, quanto a distribuição das mesmas. No quadro geral é possível saber o quanto a irrigação, a pecuária, a indústria e o abastecimento humano representam em relação ao total, ou seja, podemos comparar quantitativamente as diversas demandas através da porcentagem destas em relação ao total.

Com os dados do quadro geral (quadro 7 do Anexo 2) obtidos no estudo da demanda será possível, também, comparar a disponibilidade e a demanda hídrica do Estado, fazendo um diagnóstico da atual situação que se encontra as bacias e estabelecendo as prioridades que deverão ser seguidas para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos do Estado.

4.0 - BIBLIOGRAFIA

DABACH, Nelson Gandur. Sistemas Urbanos de Água. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, 1975.

FIEP - Federação das Indústrias do Estado da Paraíba. Cadastro Industrial do Estado da Paraíba, 1992.

GARCEZ, Lucas Nogueira. Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo. Edgard Blücher, 1974, 1976 reimpressão.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará - Estudos de Base 11, 1992.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos e Agropecuários do Estado da Paraíba.

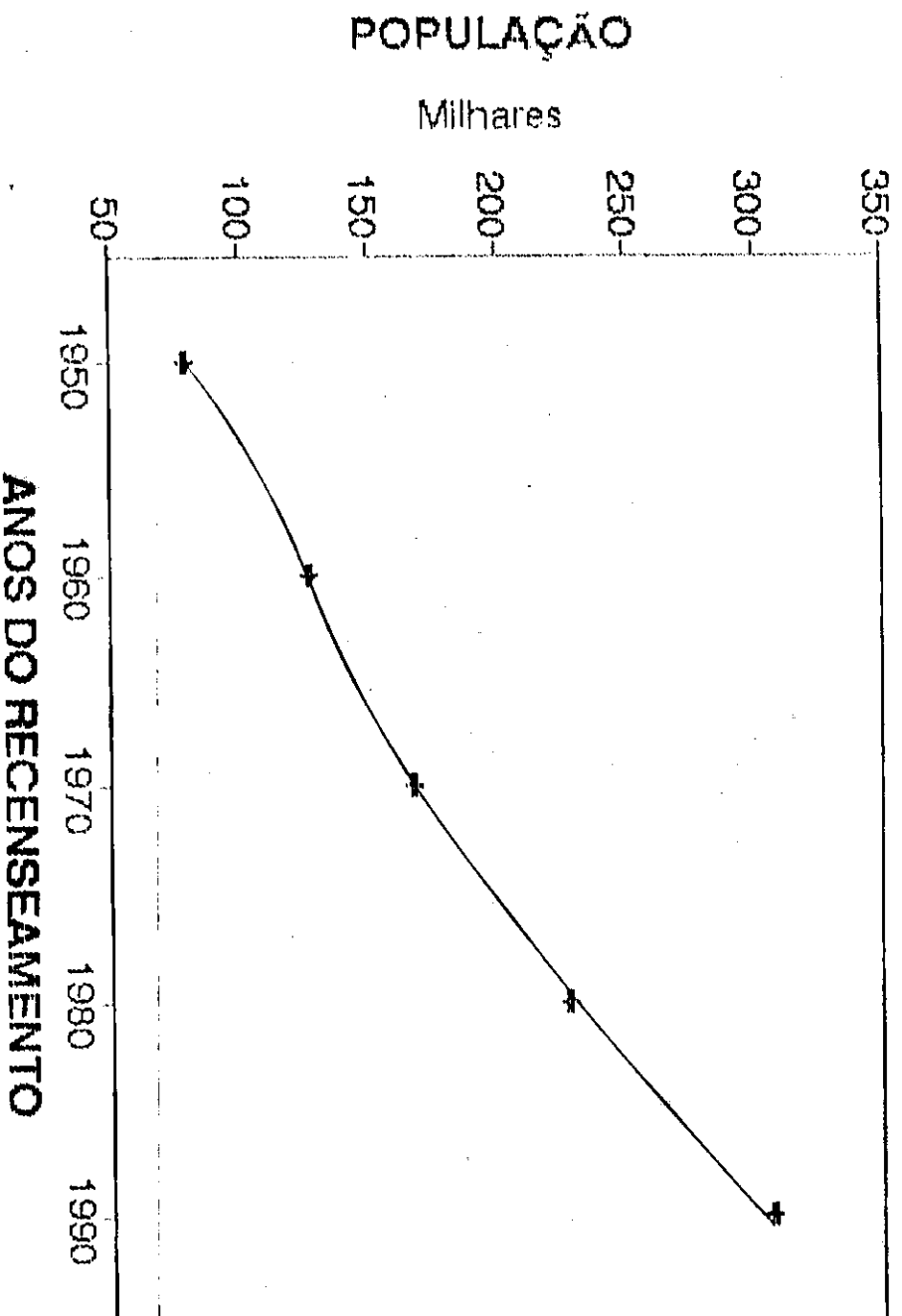
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (PLIRHINE) - Fase 1, 1978.

UFPB/ATECEL. Plano Estadual e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Proposta. Campina Grande, 1993.

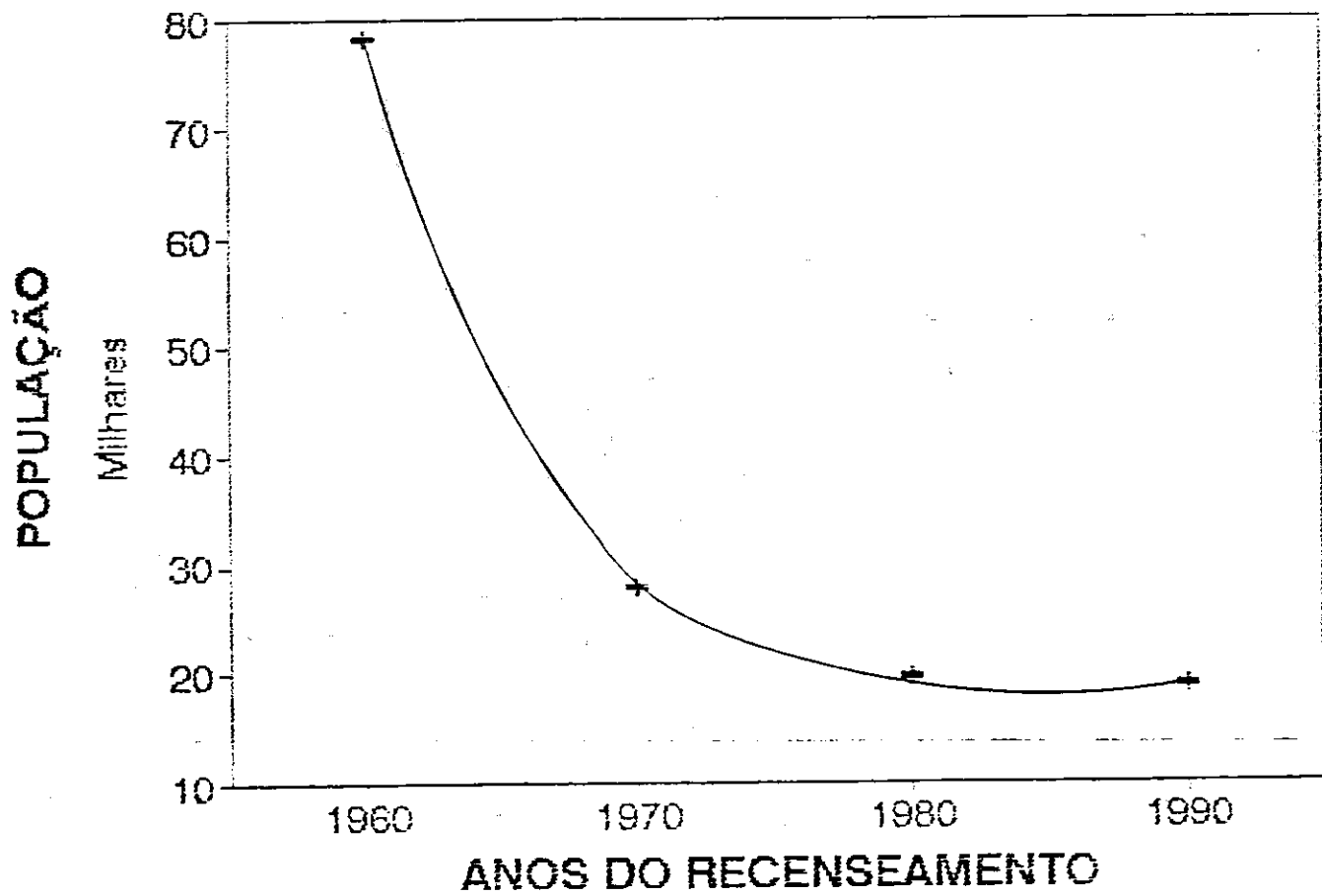
5.0 - ANEXOS

ANEXO 1 - CURVAS

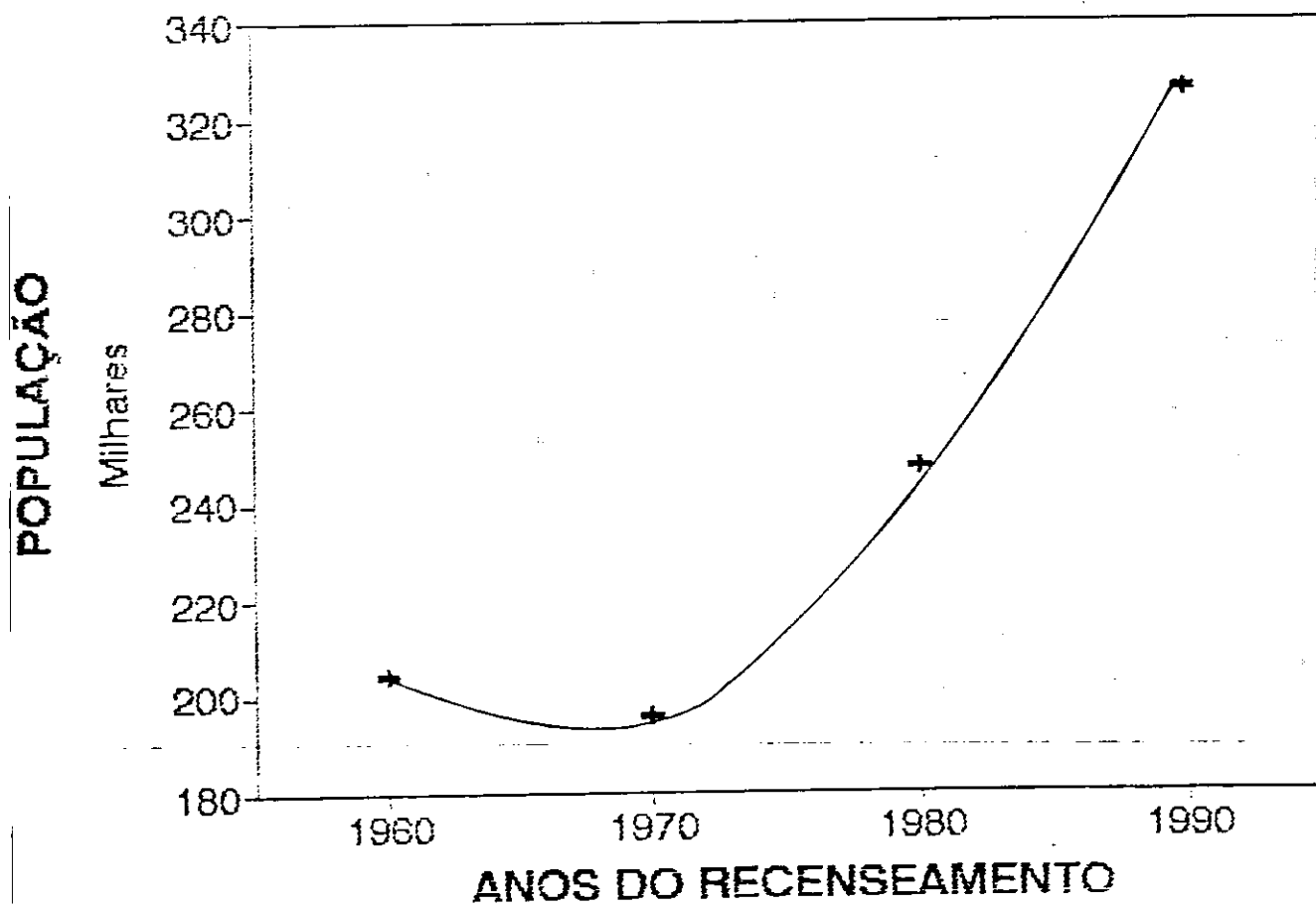
POPULAÇÃO URBANA CAMPINA GRANDE



POPULAÇÃO RURAL CAMPINA GRANDE



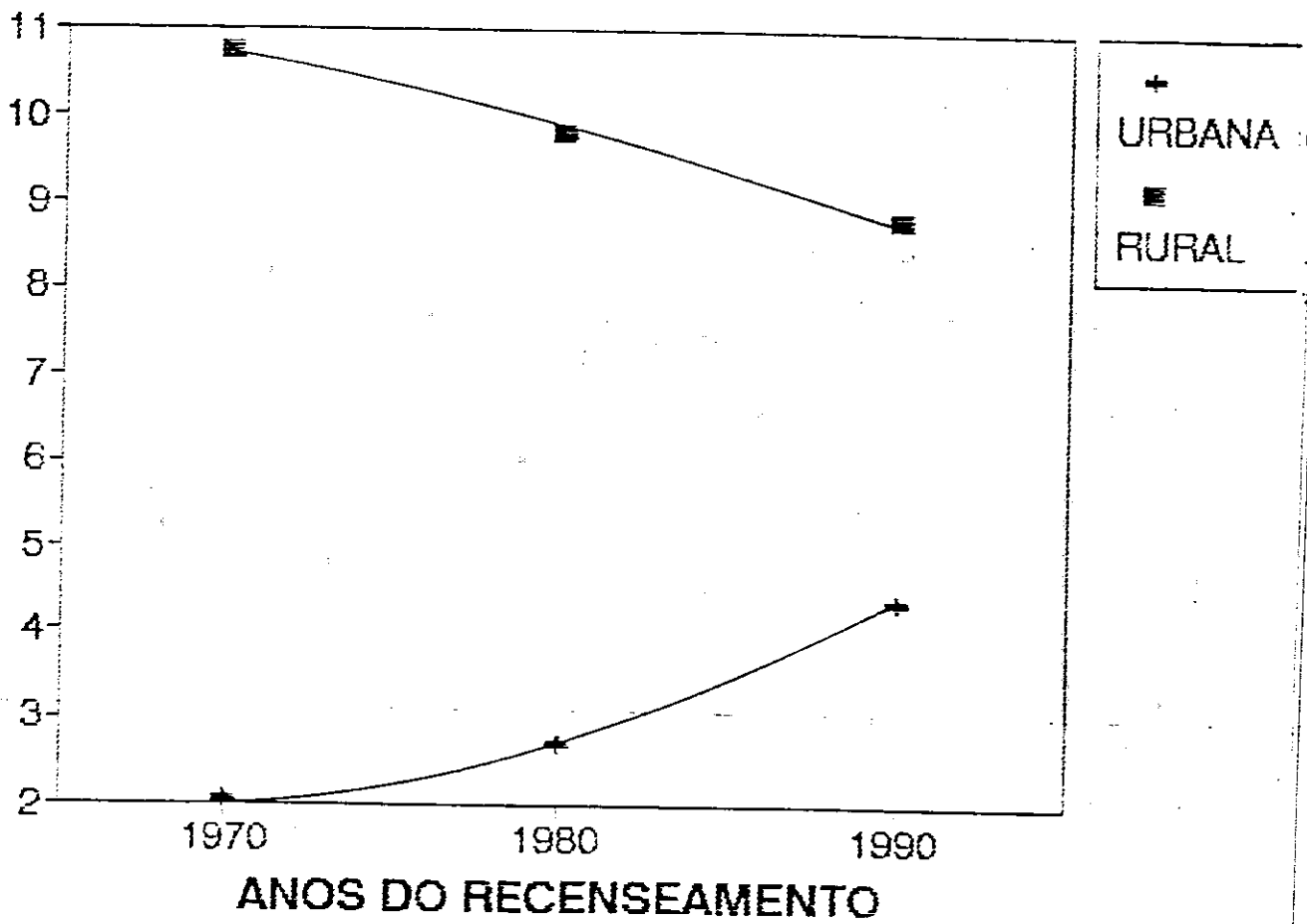
POPULAÇÃO TOTAL CAMPINA GRANDE



POPULAÇÃO TOTAL FAGUNDES

POPULAÇÃO

Milhares



ANEXO 2 - QUADROS

QUADRO 1 - POPULAÇÃO: CENSO E PROJEÇÃO

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.1 (CONTINUAÇÃO)

POPULAÇÃO : CENSO E PROJEÇÃO

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

MUNICÍPIO	CENSO					PROJEÇÃO		
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
-AROEIRAS								
TOTAL		19409	25129	27077	28806	34991	42729	52480
URBANA	1436	2107	2564	3400	5685	7919	11031	15366
RURAL		17302	22565	23677	23121	27072	31698	37114
-CAMPINA GRANDE								
TOTAL		204583	195974	247820	326106	440871	582891	773752
URBANA	78731	126274	168045	228171	307271	412946	554966	745827
RURAL		78309	27929	19649	18835	27925	27925	27925
-FAGUNDES								
TOTAL			12792	12518	13198	17101	20025	24295
URBANA			2041	2698	4348	6350	9274	13544
RURAL			10751	9820	8850	10751	10751	10751
-NATUBA								
TOTAL			10836	11461	11634	12875	14554	16840
URBANA			1537	2052	2951	4087	5660	7839
RURAL			9299	9409	8683	8788	8894	9001
-POCINHOS								
TOTAL		20018	14307	15044	14493	20495	28983	40986
URBANA	2601	3616	4032	5533	6553	9267	13105	18532
RURAL		16402	10275	9511	7940	11228	15878	22454

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.1 (CONTINUAÇÃO)

POPULAÇÃO : CENSO E PROJEÇÃO

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

MUNICÍPIO	CENSO					PROJEÇÃO		
	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
-PUXINANÃ								
TOTAL			10663	10390	11574	16367	23145	34732
URBANA			1461	1778	2601	3678	5201	7356
RURAL			9202	8612	8973	12689	17944	27376
-QUEIMADAS								
TOTAL			21302	25473	32649	45729	70462	118275
URBANA			3003	5769	11859	23569	46843	93100
RURAL			18299	19704	20790	22160	23619	25175
-UMBUZEIRO								
TOTAL		25363	16217	17114	17367	24559	34730	49114
URBANA	1743	2286	1852	2341	2896	4095	5791	8190
RURAL		23077	14365	14773	14471	20464	28939	40924

QUADRO 2 - DEMANDA PARA ABASTECIMENTO HUMANO

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO 3.2

DEMANDAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO: TOTAIS URBANAS E RURAIS

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	ANOS			
	1990	2000	2010	2020
AROEIRAS				
DEMANDA TOTAL	1051,40	1277,30	1640,18	2027,66
DEMANDA URBANA	207,50	289,00	483,20	673,00
DEMANDA RURAL	843,90	988,13	1156,98	1354,66
CAMPINA GRANDE				
DEMANDA TOTAL	23118,28	31164,26	51659,86	69075,96
DEMANDA URBANA	22430,80	30145,00	50640,60	68056,70
DEMANDA RURAL	687,48	1019,26	1019,26	1019,26
FAGUNDES				
DEMANDA TOTAL	481,70	624,20	730,90	985,60
DEMANDA URBANA	158,70	231,80	338,50	593,20
DEMANDA RURAL	323,00	392,40	392,40	392,40
NATUBA				
DEMANDA TOTAL	424,60	470,00	531,20	614,60
DEMANDA URBANA	107,70	149,20	206,60	286,10
DEMANDA RURAL	316,90	320,80	324,60	328,50
POCINHOS				
DEMANDA TOTAL	529,00	748,06	1153,55	1631,27
DEMANDA URBANA	239,20	338,24	574,00	811,70
DEMANDA RURAL	289,80	409,82	579,55	819,57

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO 3.2 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO: TOTAIS URBANAS E RURAIS

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	ANOS			
	1990	2000	2010	2020
PUXINANÁ				
DEMANDA TOTAL	422,40	597,40	844,80	1267,71
DEMAMDA URBANA	94,90	134,25	189,84	268,49
DEMANDA RURAL	327,50	463,15	654,96	999,22
QUEIMADAS				
DEMANDA TOTAL	1278,23	1841,14	2897,37	4996,59
DEMAMDA URBANA	519,40	1032,30	2051,70	4077,70
DEMANDA RURAL	758,83	808,84	854,67	918,89
UMBUZEIRO				
DEMANDA TOTAL	739,50	896,41	1267,64	1792,66
DEMAMDA URBANA	105,70	149,47	211,37	298,93
DEMANDA RURAL	633,80	746,94	1056,27	1493,73
TOTAIS DA BACIA 8				
DEMANDA TOTAL	28045,11	37618,60	60725,50	82392,05
DEMAMDA URBANA	23863,90	32469,26	54695,81	75065,82
DEMANDA RURAL	4181,21	5149,34	6029,69	7326,23

QUADRO 3 - PECUÁRIA: BEDA-CENSO E PROJEÇÃO

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.3 (CONTINUAÇÃO)

PECUÁRIA : BEDA-CENSO E PROJEÇÃO

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

MUNICÍPIOS	CENSO	PROJEÇÃO		
	1990	2000	2010	2020
AROEIRAS	31996	42172	55585	73264
CAMPINA GRANDE	50597	76129	114546	172347
FAGUNDES	12590	16675	22086	29252
NATUBA	9205	10874	12845	15174
POCINHOS	22362	29474	38848	51204
PUXINANÁ	7169	9231	11886	15304
QUEIMADAS	28182	37837	50801	68206
UMBUZEIRO	21583	28358	36800	47754
TOTAIS DA BACIA 8	183684	250750	343397	472505

QUADRO 4 - DEMANDA DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.4(CONTINUAÇÃO)

DEMANDA DE ÁGUA PARA A PECUÁRIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m3/ano)

MUNICÍPIOS	ANOS			
	1990	2000	2010	2020
AROEIRAS	583,93	769,60	1014,40	1337,00
CAMPINA GRANDE	923,40	1389,35	2090,46	3145,33
FAGUNDES	229,77	304,32	403,07	533,85
NATUBA	167,99	198,45	234,42	276,93
POCINHOS	408,11	537,90	709,00	934,00
PUXINANÁ	130,83	168,47	216,92	279,29
QUEIMADAS	514,32	690,53	927,12	1244,76
UMBUZEIRO	398,82	517,53	671,60	871,51
TOTAIS DA BACIA 8	3357,17	4576,15	6266,99	8622,67

QUADRO 5 - DEMANDA DE ÁGUA PARA A INDÚSTRIA

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.5 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDAS DE AGUA PARA A IRRIGAÇÃO

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m3/ano)

MUNICÍPIOS	ÁREA TOTAL (ha)	ANOS			
		1990	2000	2010	2020
AROEIRAS	27,10	408,10	816,20	1224,30	1632,40
CAMPINA GRANDE	3,50	20,20	40,40	60,60	80,80
FAGUNDES	9,50	136,20	272,40	408,60	544,80
NATUBA	88,20	1121,80	2243,60	3365,40	4487,20
POCINHOS	5,00	28,50	57,00	85,50	114,00
QUEIMADAS	32,50	117,70	235,40	353,10	470,80
UMBUZEIRO	6,50	128,40	256,80	385,20	513,60
TOTAIS DA BACIA 8	172,30	1960,90	3921,80	5882,70	7843,60

QUADRO 6 - DEMANDAS PARA A IRRIGAÇÃO

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.6 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDA DE ÁGUA PARA A INDÚSTRIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAIBA

(em 1000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	TIPO DE INDÚSTRIA	COEFICIENTE DE DEMANDA (m ³ /op/dia)	PESSOAL OCUPAD	DEMANDA			
				1992	2000	2010	2020
AROEIRAS	MADEIRA	0,02	1	0,06	0,08	0,11	0,15
	PROD. ALIMENTARES	5,00	18	27,00	35,20	49,03	68,30
CAMPINA GRANDE	AGROPECUÁRIA	5,00	14	21,00	26,60	35,75	48,05
	BEBIDAS	10,00	172	516,00	653,65	878,46	1180,57
	BORRACHA	0,02	69	0,41	0,52	0,70	0,94
	CALÇADOS	0,02	2326	139,56	176,79	237,59	319,30
	COURO, PELES E ASSEMELHADOS	2,80	185	155,40	196,86	264,56	355,54
	DIVERSOS	0,50	91	13,65	17,29	23,24	31,23
	EDITORIAL E GRÁFICA	0,30	313	28,17	35,68	47,96	64,45
	EXT. DE MINERAIS	0,20	120	7,20	9,12	12,26	16,47
	MADEIRA	0,20	150	9,00	11,40	15,32	20,59
	MAT.ELET.ELETRÔNICO E DE COMUNICAÇÃO	0,20	248	14,88	18,85	25,33	34,04
	MECÂNICA	0,02	92	8,28	10,49	14,10	18,94
	METALÚRGICA	0,50	1120	168,00	212,82	286,01	384,37
	MOBILIÁRIO	0,20	238	14,28	18,09	24,31	32,67
	PAPEL, PAPELÃO ETC.	0,82	245	60,27	76,35	102,61	137,89
	PROD. ALIMENTARES	5,00	2218	3327,00	4214,54	5663,99	7611,94

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.6 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDA DE ÁGUA PARA A INDÚSTRIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAIBA

(em 1000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	TIPO DE INDÚSTRIA	COEFICIENTE DE DEMANDA (m ³ /op/dia)	PESSOAL OCUPAD	DEMANDA			
				1992	2000	2010	2020
CAMPINA GRANDE	PROD. DE MATERIAIS PLÁSTICOS	0,82	570	140,22	177,63	238,72	320,81
	PROD. FARMACÊUTIC E VETERINÁRIOS	9,80	16	47,04	59,59	80,08	107,62
	PROD. MINERAIS NÃO-METÁLICOS	0,26	741	57,80	73,22	98,40	132,24
	QUÍMICA	9,80	194	570,36	722,51	971,00	1304,94
	SERV. DE REPARAÇÃ MANUT. E INSTALAÇÃ	0,20	699	41,94	53,13	71,40	95,96
	SERV. DE UTILIDADE PÚBLICA	0,20	375	22,50	28,50	38,30	51,48
	TÊXTIL	1,50	870	391,50	495,94	666,50	895,72
	VEST. ARTEFATOS DE TECIDO E DE VIAGEM	0,20	1099	65,94	83,53	112,26	150,87
FAGUNDES	PROD. ALIMENTARES	5,00	4	6,00	8,12	11,86	17,33
NATUBA	PROD. ALIMENTARES	5,00	1	1,50	1,95	2,70	3,73
POCINHOS	EXT. DE MINERAIS	0,20	1	0,06	0,08	0,11	0,16
	MADEIRA	0,20	3	0,18	0,24	0,34	0,47
	PROD. ALIMENTARES	5,00	29	43,50	57,40	81,17	114,78
	PROD. MINERAIS NÃO-METÁLICOS	0,26	14	1,09	1,44	2,04	2,88

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 3.6 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDA DE ÁGUA PARA A INDÚSTRIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAIBA

(em 1000 m3/ano)

MUNICÍPIOS	TIPO DE INDÚSTRIA	COEFICIENTE DE DEMANDA (m3/op/dia)	PESSOAL OCUPAD	DEMANDA			
				1992	2000	2010	2020
POCINHOS	SERV. DE REPARAÇÃO MANUT. E INSTALAÇÃO	0,20	4	0,24	0,32	0,45	0,63
	TÊXTIL	1,50	15	6,75	8,91	12,59	17,81
PUXINANÁ	AGROPECUÁRIA	5,00	4	6,00	7,92	11,20	15,83
	DIVERSAS	0,50	2	0,30	0,40	0,56	0,79
	PROD. ALIMENTARES	5,00	11	16,50	21,77	30,79	43,54
	EXT. DE MINERAIS	0,20	6	0,36	0,62	1,24	2,46
	MAT. ELET. ELETRÔNICO E DE COMUNICAÇÃO	0,20	1	0,06	0,10	0,21	0,41
	PAPEL, PAPELÃO ETC.	0,82	12	2,95	5,11	10,16	20,19
	PROD. ALIMENTARES	5,00	25	37,50	64,96	129,11	256,61
	PROD. MINERAIS NÃO-METÁLICOS	0,26	149	11,62	20,13	40,01	79,51
	QUÍMICA	9,80	20	58,80	101,86	202,45	402,36
	TÊXTIL	1,50	121	54,45	94,33	187,47	372,60
VEST. ARTEFATOS DE TECIDO E DE VIAGEM	0,20	1	0,06	0,10	0,21	0,41	
UMBUZEIRO	PROD. ALIMENTARES	5,00	1	1,50	1,98	2,80	3,96
TOTAIS DA BACIA 8				197,09	328,51	629,24	1217,12

QUADRO 7 - QUADRO GERAL

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 4.1 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDAS TOTAIS POR MUNICÍPIO E BACIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m³/ano)

MUNICÍPIOS	ANOS	TIPOS DE DEMANDA				
		ABASTECIMENT HUMANO	PECUÁRIA	IRRIGAÇÃO	ABASTECIMENTO INDUSTRIAL	TOTAL
AROEIRAS	1990	1051,40	583,90	408,10	27,06	2070,46
	2000	1277,30	769,60	816,20	35,28	1898,38
	2010	1640,18	1014,40	1224,30	49,13	3928,01
	2020	2027,66	1337,00	1632,40	68,45	5065,51
CAMPINA GRANDE	1990	23118,28	923,40	20,20	5822,40	29884,28
	2000	31164,26	1389,40	40,40	7375,50	39969,56
	2010	51659,86	2090,50	60,60	9910,89	63721,85
	2020	69075,96	3145,30	80,80	13318,83	85620,89
FAGUNDES	1990	481,70	229,80	136,20	6,00	853,70
	2000	624,20	304,30	272,40	8,12	1209,02
	2010	730,90	403,10	408,60	11,86	1553,76
	2020	985,60	533,90	544,80	17,33	2081,63
NATUBA	1990	424,60	168,00	1121,80	1,50	1715,90
	2000	470,00	198,50	2243,60	1,95	2914,05
	2010	531,20	234,40	3365,40	2,70	4133,70
	2020	614,60	276,90	4487,20	3,73	5382,43
POCINHOS	1990	529,00	408,10	28,50	51,84	1017,44
	2000	748,06	537,90	57,00	68,39	1411,35
	2010	1153,55	709,00	85,50	96,7	2044,75
	2020	1631,27	934,00	114,00	136,93	2816,20

PLANO ESTADUAL E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

QUADRO - 4.1 (CONTINUAÇÃO)

DEMANDAS TOTAIS POR MUNICÍPIO E BACIA

BACIA 8 - MÉDIO PARAÍBA

(em 1000 m3/ano)

MUNICÍPIOS	ANOS	TIPOS DE DEMANDA				
		ABASTECIMENT HUMANO	PECUÁRIA	IRRIGAÇÃO	ABASTECIME INDUSTRIAL	TOTAL
PUXINANÃ	1990	422,40	130,80		22,92	575,70
	2000	597,40	168,50		30,27	796,17
	2010	844,80	216,90		42,77	1104,47
	2020	1267,71	279,30		60,48	1607,49
QUEIMADAS	1990	1278,23	514,30	117,70	167,85	2078,08
	2000	1841,14	690,50	235,40	310,13	3077,17
	2010	2897,37	927,10	353,10	576,54	4754,11
	2020	4996,59	1244,80	470,80	1148,26	7860,45
UMBUZEIRO	1990	739,50	398,80	128,40	1,50	1268,20
	2000	896,41	517,50	256,80	1,98	1672,69
	2010	1267,64	671,60	385,20	2,80	2327,24
	2020	1792,66	871,50	513,60	3,96	3181,72
TOTAIS DA BACIA 8	1990	28045,11	3357,20	1960,90	6101,07	39464,28
	2000	37618,60	4576,20	3921,80	7831,62	53948,22
	2010	60725,50	6267,00	5882,70	10693,39	83568,59
	2020	82392,05	8622,70	7843,60	14757,97	113616,32
PORCENTAGEM	1990	71,06	8,51	4,97	15,46	100,00
	2000	69,73	8,48	7,27	14,52	100,00
	2010	72,66	7,50	7,04	12,80	100,00
	2020	72,52	7,59	6,90	12,99	100,00