



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ**

**JOÃO FALCÃO BARRÊTO**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
JUNHO 2007**

**JOÃO FALCÃO BARRÊTO**

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**Orientadores:**

**Prof<sup>o</sup>. Dr. JOSÉ DANTAS NETO**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
JUNHO DE 2007**

---

**COPEAG – Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B273a

2007 Barrêto, João Falcão.

Avaliação dos recursos hídricos da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá / João Falcão Barrêto. — Campina Grande, 2007.

101f. : il

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto.

1. Água. 2. Rio Taperoá. 3. Bacia Hidrográfica. 4. Recursos Hídricos. 5. Irrigação. I. Título.

CDU-556.51 (043)





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

---

**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO**

**JOÃO FALCÃO BARRÊTO**

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA SUB-BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ**

**BANCA EXAMINADORA**

**PARECER**

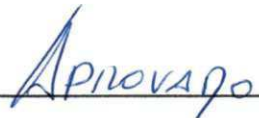
  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Dantas Neto - Orientador

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Drª. Vera Lúcia Antunes de Lima - Orientador

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Drª. Soahd Arruda Rached Farias - Examinadora

  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
Drª. Lúcia Helena Garófalo Chaves - Examinadora

  
\_\_\_\_\_

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
JUNHO DE 2007**

**DEDICO ESTE TRABALHO**

*Aos meus pais:*

*João e Odete*

*Aos meus filhos:*

*Tâmara, Talita, Taise e Érico.*

*Aos meus netos:*

*Lucas, Caio, Daniel e Linda*

*Afirmando que*

*“nunca é tarde pra recomeçar”*

## AGRADEÇO

A **Deus**, por me dar vida com propósitos e sempre uma segunda chance para atingi-los.

A meus pais, João de Souza Barreto e Odete de Souza Falcão Barreto, por todas as lições que me serviram de caminho para que eu chegasse até aqui, caminhos esses que, por sua retidão, certamente também trilharão meus filhos, meus netos, bisnetos...

Ao CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento parcial através de bolsa de estudo, do curso Mestrado em Engenharia Agrícola na UFCG.

À FUNASA, Fundação Nacional de Saúde, pela colaboração financeira durante as viagens para realização de pesquisas de campo, através do projeto MAQUASU.

À Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, através dos coordenadores Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia e Hans Raj Gheyi.

Ao professor Dr. José Dantas Neto que, durante o período de convivência desta pesquisa, sempre foi mais que um orientador, sendo um verdadeiro amigo, conselheiro e companheiro ativo das atividades de campo e de escritório.

À Professora Vera Lúcia Antunes de Lima, segunda orientadora desta pesquisa, pela contribuição técnica, pela amizade, respeito e atenção, sem reservas.

À Dr<sup>a</sup>. Soahd Arruda Rached Farias, responsável pelo meu ingresso no projeto MAQUASU, parceira de viagens durante as pesquisas, fonte de informações preciosas, mão presente nas páginas deste trabalho, amiga e colaboradora em todo o período da pesquisa.

À professora Dr<sup>a</sup>. Lúcia Helena Garófalo, pelo empenho pessoal no refino deste trabalho.

Aos Professores Dr. Pedro Dantas Fernandes, Dr. Carlos Alberto Azevedo, Dr. Hugo Orlando Carvalho, Dr<sup>a</sup>. Silvia Morais Kurtz, Dr. Marx Prestes Barbosa e Dr. Antonio Berto Machado, pela transmissão de conhecimentos nas aulas proferidas durante o andamento deste trabalho.

A Tâmara e Talita Falcão, minhas filhas, pela formatação e montagem desta dissertação.

Aos funcionários Rivanilda e Aparecida, pela presteza e eficácia no atendimento da secretaria do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFCG.

A Auberisa Queiros e Josilda Xavier, pelo incentivo ao retorno à vida acadêmica.

Aos amigos Gilson Miranda, Zé Raimundo, Edson Pereira, Monte Alverne, Marcos Firmino, Jardel Paixão, Márcia Guimarães e Jaqueline Mendes, pelo companheirismo, convivência harmônica e apoio manifestado durante a elaboração desta dissertação.

Agradeço, ainda, pedindo a DEUS que abençoe todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta pesquisa.

## EPÍGRAFE

*Na simplicidade do homem enraizado no campo,  
a sabedoria de quem observou os segredos da Mãe Natureza  
para com ela desfrutar de um convívio  
harmônico e sistêmico*

*Vento soprando do poente,  
três dias antes da lua cheia, é  
chuva na certa.*

*Campina Grande,  
06 de agosto de 2006*

*João de Souza Barreto*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>V</b>
<b>SIGLAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1- INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....</b>	<b>01</b>
<b>2- REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1 Disponibilidade e qualidade de água.....	03
2.2 Usos diversos de água.....	06
2.2.1 Consumo humano.....	06
2.2.2 Consumo animal.....	07
2.2.3 Agricultura.....	08
2.3 Bacias Hidrográficas.....	10
2.3.1 Principais rios e açudes da rede de drenagem da sub-bacia do Rio Taperoá.....	12
2.4 Semi-árido.....	17
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Caracterização do estudo.....	19
3.2. Local da pesquisa.....	19
3.3 Local da coleta das amostras de água e tipo de fontes.....	22
3.4 Procedimentos da coleta das águas.....	26
3.5 Procedimentos da análise de dados.....	30
3.6 Classificação da água.....	31
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
4.1 Características físicas da sub-bacia do Rio Taperoá.....	34
4.2 Características sócioeconômicas da sub-bacia do Rio Taperoá.....	36
4.3 Disponibilidade de água na sub-bacia do Rio Taperoá.....	39
4.4 Demanda hídrica da sub-bacia do Rio Taperoá.....	42
4.4.1 Demanda hídrica para consumo humano.....	43
4.4.2 Demanda hídrica para dessedentação animal.....	44
4.4.3 Demanda hídrica para agricultura.....	46
4.5 Demanda de água pluvial para consumo humano, pecuária e irrigação da sub-bacia do Rio Taperoá.....	47
4.5.1 Qualidade de água para consumo humano.....	49
4.5.1.1 Fontes de água com restrição para consumo humano.....	50
4.5.2 Qualidade da água para consumo animal.....	52
4.5.2.1 Qualidade da água por pH e magnésio para consumo animal.....	53
4.5.3 Qualidade da água da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação	53
4.5.3.1 Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Taperoá para irrigação, considerando-se a CEa e SDT...	54



4.5.3.2	Classificação da qualidade das águas da SBRT quanto ao risco de infiltração causado pela sodicidade da água, considerando-se os valores de RAS e CEa.....	56
4.5.3.3	Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a toxicidade dos íons sódio e cloreto.....	57
4.5.3.4	Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se os problemas provocados por bicarbonato e pH.....	59
4.5.3.5	- Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a salinidade pelo método de Richards (1954).....	60
<b>5</b>	<b>- CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>80</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede de drenagem de água do Estado da Paraíba, destacando-se a sub-bacia do Rio Taperoá.....	20
Figura 2 - Mapa com localização dos municípios com drenagem parcial ou total, para a sub-bacia do Rio Taperoá.....	21
Figura 3 - Pontos georreferenciados dos locais de coleta das águas analisadas da sub-bacia do Rio Taperoá.....	23
Figura 4 - Fonte tipo barragem.....	24
Figura 5 - Fonte tipo açude.....	24
Figura 6 - Fonte tipo água corrente.....	24
Figura 7 - Fonte tipo cacimba.....	24
Figura 8 - Fonte tipo poço amazonas .....	25
Figura 9 - Fonte utilizada para consumo humano.....	25
Figura 10 - Fonte utilizada para consumo humano e animal.....	25
Figura 11 – Fonte utilizada para consumo animal.....	25
Figura 12 – Fonte utilizada para pequena irrigação.....	25
Figura 13 – Coletor de água utilizado na pesquisa.....	26
Figura 14 – Procedimento de envasamento das amostras.....	26
Figura 15 – Ficha de campo, GPS e condutivímetro portátil.....	27
Figura 16 - Amostras para análise no laboratório da UFCG.....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros para interpretar a qualidade de água para irrigação.....	33
Tabela 2 – Características físicas da sub-bacia do Rio Taperoá .....	35
Tabela 3 – Características socioeconômico da sub-bacia do Rio Taperoá.....	38
Tabela 4 – Disponibilidade pluvial da sub-bacia do Rio Taperoá .....	39
Tabela 5 – Demonstrativo do processo de abastecimento de água da população urbana da sub-bacia do Rio Taperoá.....	41
Tabela 6 - Volume de água fornecido pela CAGEPA para a população urbana da sub-bacia do Rio Taperoá.....	43
Tabela 7 – Consumo de água humano da sub-bacia do Rio Taperoá .....	43
Tabela 8 - Demanda de água para pecuária na sub-bacia do Rio Taperoá.....	45
Tabela 9 – Demanda de água para consumo humano, animal e irrigação na SBRT, confrontada com dados do PERH-PB e PNUD.....	46
Tabela 10 - Demanda detalhada por município do consumo de água humano, animal e irrigação da sub-bacia do Rio Taperoá.....	48
Tabela 11 – Demonstração da coleta das amostras de água nos diversos tipos fontes dos 16 municípios da sub-bacia do Rio Taperoá.....	49
Tabela 12 - Qualidade da água para consumo humano, em função dos parâmetros SDT, pH, Sódio e Cloretos, segundo Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.....	50
Tabela 13 – Fontes de água com restrição para consumo humano na sub-bacia do Rio Taperoá.....	51
Tabela 14 – Classificação das águas da SBRT para consumo humano, agrupadas por três, duas e uma restrição por amostra, segundo padrões do Ministério da Saúde.....	51
Tabela 15 - Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para consumo animal, segundo normas da Academia Nacional de Ciências dos EUA.....	52
Tabela 16 - Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, pelos padrões de qualidade estabelecidos pela UCCC, adaptados por Ayers; Westcot (1999).....	54
Tabela 17 - Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a CEa e SDT.....	55
Tabela 18 - Riscos de infiltração causados pela sodicidade da água, considerando-se a RAS e a CEa, pelas normas da UCCC.....	57
Tabela 19 - Classificação das águas da SBRT, considerando-se os íons sódio e cloreto e o método de irrigação a ser utilizado.....	58
Tabela 20 - Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, em relação aos problemas provocados por bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) e pH.....	60
Tabela 21 - Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para uso em irrigação, segundo normas de Richards (1954).....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais cursos de água da sub-bacia do Rio Taperoá .....	12
Quadro 2 - Açudes que pertencem à sub-bacia do Rio Taperoá, monitorados pela AESA.....	16
Quadro 3 - Localização Regional dos Municípios da Sub-Bacia do Rio Taperoá.....	22
Quadro 4 - Padrão de aceitação da água para consumo humano, segundo Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.....	31
Quadro 5 - Classificação das águas para consumo animal.....	32

## SIGLAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba  
CEa – Condutividade Elétrica da Água  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEME - Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
PERH-PB – Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba  
pH – Potencial hidrogeniônico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PROÁGUA - Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro  
PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios  
RAS – Razão de Adsorção do Sódio  
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência  
SBRT - Sub-Bacia do Rio Taperoá  
SDT – Sais Dissolvidos Totais  
UCCC - University of California Committee of Consultants  
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura  
UNIAGUA – Universidade da Água

## RESUMO

Propôs-se, neste trabalho, buscar informações técnicas sobre disponibilidade, demanda e qualidade de água para consumo humano, consumo animal e agricultura irrigada em fontes de abastecimentos localizadas na sub-bacia do Rio Taperoá. As informações obtidas incluíram a área de 23 municípios, que compõe a sub-bacia e seu entorno. De posse do objetivo principal pesquisas bibliográficas, de campo e de laboratório, foram utilizadas, com observância de quatro parâmetros da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, para as análises de água com fins de consumo humano. Para classificar a água de consumo animal, utilizaram-se as normas da Academia Nacional de Ciências dos EUA enquanto as águas de uso para irrigação foram classificadas segundo as normas da University of Califórnia Committee of Consultants (UCCC) (1974). Detectou-se uma disponibilidade de aproximadamente quatro bilhões de metros cúbicos de água por ano para atender a uma demanda de consumo humano, consumo animal e agricultura irrigada, de 8.301.989,96 m<sup>3</sup>/ano. Na classificação de águas para consumo humano observou-se que 34,2% de 199 fontes analisadas sofreram restrição quanto aos parâmetros do Ministério da Saúde, em pelo menos um item; já para o consumo de água animal, 76,4% das fontes avaliadas foram considerados de excelente qualidade, enquanto para a agricultura irrigada as águas foram classificadas como de nenhuma a ligeira restrição em 89% das fontes analisadas, em referencia ao risco de salinidade. Com relação ao risco de provocar sodicidade ao solo, com RAS entre 0 e 40, em várias condições de condutividade elétrica o percentual foi de 75,4%. Os reservatórios que acumulam água na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá constituem o principal fator de permanência do homem nessa região; os açudes se caracterizam como a forma mais usada para guardar água em grandes quantidades visando ao abastecimento nos longos períodos de estiagem; já na zona rural, os poços amazonas e as cacimbas cavadas nos leitos secos dos rios, contribuem com uma parcela bastante significativa no complemento do abastecimento de água para a população, mesmo quando apresentam algum teor de salinidade. Essas fontes são construídas sem qualquer estudo prévio de água, solo ou outro parâmetro que possa indicar a presença de sais ou seu nível de potabilidade.

Palavras chave: água; Rio Taperoá; bacia hidrográfica; recursos hídricos; irrigação

## ABSTRACT

This work had the intention to get technical information on availability, demand and quality of water for human consumption, animal consumption and irrigated agriculture in sources of supplying located in the sub-basin of River Taperoá. The gotten information had included the area of 23 cities that the sub-basin composes and its surroundings. Bibliographical research had been used, of field and laboratory, with observance of four parameters of act 518/04 of the Health department for analyzes of water for human consumption. To classify the water of animal consumption was used the norms of the National Academy of Sciences of U.S.A. and the waters of use for irrigation had been classified according to norms of the University of California Committee of Consultants (UCCC) (1974). An availability of approximately four billion cubical meters of water per year was detected to take care of a demand of human consumption, animal consumption and irrigated agriculture, of 8.301.989, 96 / m<sup>3</sup>/year. In the water classification for human consumption it was observed that 34.2% of 199 analyzed sources had suffered restriction to the parameters from the Health department in at least an item. For the animal water consumption 76.4% of the evaluated sources they had been considered of excellent quality. For irrigated agriculture the waters had been classified as of none to slightly restriction in 89% of the sources analyzed on the subject of the salinity risk. With regard to the risk to provoke the elevation of sodium to the ground, with RAS between 0 and 40, in variety of conditions of electrical conduction, the percentage was of 75, 4%. The reservoirs that accumulate water in the hydrographic sub-basin of River Taperoá constitute the main factor of permanence of the man in this region. The dams characterizes as the most used method to keep water in great amounts for supplying in the long periods of waterlessness. In the agricultural zone, the Amazon pool and well in the dry stream beds of the rivers, contribute with a sufficiently significant parcel in the complement of the water supply for population, even though when they present some text of salinity. These sources are constructed without no previous study of water, ground or any another parameter that can indicate the presence of salt or its level purity.

Key words: water; River Taperoá; Hydrographic basin; Hydric recourses; Irrigation.

# 1. INTRODUÇÃO

O recurso natural água, tem sido utilizado como estratégia em projeto de desenvolvimento, administração de conflitos e proteção do meio ambiente. Essas informações justificam o surgimento de bacias hidrográficas como unidades ecológicas definidas em lei, sendo um espaço para planejamento e condução dos recursos naturais no Brasil. A gestão dessas bacias estabelece um equilíbrio entre as demandas hídricas para o consumo humano, consumo animal e irrigação. Dentre os fatores explorados no manejo de bacias hidrográficas o mais nobre é a determinação de que todos terão igual direito aos recursos hídricos, com prioridade para o abastecimento de água para consumo doméstico (KURTZ et al., 2006).

A qualidade da água está ligada diretamente à salubridade e à produção de alimentos; sua disponibilidade na sub-bacia do Rio Taperoá depende das condições climáticas. Nos anos de precipitações normais as sedes dos municípios têm suas demandas atendidas com água tratada ou semitratada, fornecida pela companhia de abastecimento público (CAGEPA), ou pela própria Prefeitura Municipal. Nas comunidades rurais o abastecimento é feito pela captação de águas em barragens, açudes, cisternas, poços e cacimbas, na maioria das vezes sem nenhum tratamento sanitário; nos anos de seca a disponibilidade cai, a qualidade da água se deteriora e algumas comunidades passam a ser abastecidas por carros-pipa, geralmente com patrocínio dos poderes públicos.

Para o consumo humano essa disponibilidade também depende do tipo de reservatório, que pode apresentar maior ou menor grau de salinidade em suas águas. Para o consumo animal são reservadas, em geral, as águas de fontes de qualidade inferior, tanto no aspecto físico-químico quanto no biológico, comprometendo significativamente o desenvolvimento dos rebanhos. Para irrigação, a disponibilidade é inferior à demanda, inibindo investimentos expressivos no setor, mesmo se tratando do principal incremento da produção de alimentos e um forte fator de desenvolvimento socioeconômico, em regiões em que o déficit hídrico está abaixo do limite de sobrevivência do produtor rural.

A sub-bacia do Rio Taperoá possui uma agricultura e pecuária com resultados significativos, porém sua situação hidrográfica é pouco estudada, carente de pesquisas que localizem, quantifiquem e qualifiquem seus recursos naturais, gerando dados para o



processo de tomada de decisão que estabelece um equilíbrio entre as demandas hídricas para o consumo humano, consumo animal e para uso na irrigação.

Neste contexto, o objetivo geral da pesquisa foi estimar necessidades hídricas e determinar a qualidade da água para consumo humano, animal e agricultura, na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá, tendo como objetivos específicos:

- 1 a análise de dados físicos, sociais e econômicos dos municípios que compõem a sub-bacia do Rio Taperoá e seu entorno;
- 2 avaliar a captação de águas pluviais na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá e seu entorno, incluindo as estimativas das necessidades e disponibilidade para consumo humano, animal e da agricultura irrigada;
- 3 analisar a qualidade da água para consumo humano e animal e para o uso na agricultura irrigada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Disponibilidade e Qualidade da Água

A água ("*hidróxido de hidrogênio*" ou "*monóxido de hidrogênio*") é uma substância líquida que parece incolor a olho nu em pequena quantidade; é insípida e essencial a todas as formas de vida, composta de hidrogênio e oxigênio; é uma substância abundante na Terra, cobrindo cerca de três quartos da superfície do planeta, encontrando-se principalmente nos oceanos e calota polares mas também em outros locais, em forma de nuvens, água de chuva, rios, aquíferos ou gelo. A água possui muitas propriedades incomuns que são críticas para a vida; além de alta tensão superficial ( $0,07198 \text{ N m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ ), pura tem sua maior densidade em  $3,984^\circ\text{C}$ :  $999,972 \text{ kg/m}^3$  e valores menores ao arrefecer e ao aquecer e, como molécula polar estável na atmosfera, desempenha importante papel como absorvente da radiação infravermelha, crucial no efeito estufa da atmosfera, enfim a água também possui calor específico peculiarmente alto ( $75,327 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ ), que desempenha função significativa na regulação do clima global.

Na Terra há cerca de  $1.360.000.000 \text{ km}^3$  de água que se distribuem da seguinte forma:  $1.320.000.000 \text{ km}^3$  (97%) são águas salgadas;  $40.000.000 \text{ km}^3$  (3%) se refere a água doce;  $25.000.000 \text{ km}^3$  (1,8%) como gelo;  $13.000.000 \text{ km}^3$  (0,96%) como água subterrânea;  $250.000 \text{ km}^3$  (0,02%) em lagos e rios;  $13.000 \text{ km}^3$  (0,001%) como vapor de água (WIKIPEDIA, 2007).

Com a densidade decrescente em temperaturas abaixo de  $4^\circ\text{C}$ , a água se dilata ao invés de contrair-se, possibilitando a flutuação do gelo e mantendo a vida abaixo da camada congelada. A tensão superficial na interface líquido-gasoso permite a vida próxima à superfície. Considerada solvente universal, é nesse meio que se encontram dissolvidos sais minerais, matéria e gases essenciais à vida; é também nesse ambiente que o homem lança os subprodutos resultantes das suas atividades provocando poluição térmica, biológica e química, entre outras.

De modo geral, a água tem os seguintes usos: abastecimento doméstico, como o mais importante tipo de uso, abastecimento industrial, fonte de proteínas, irrigação, navegação, produção de energia, recreação e diluição de despejos; este, devido à forma desordenada como vem sendo realizado, tem gerado muita poluição hídrica (ARAUJO, 2000).

A disponibilidade renovável de água doce nos continentes pode ser estimada em porcentagens, da seguinte forma: África 10,00%, América do Norte 18,00%, América do Sul 23,10%, Ásia 31,60%, Europa 7,00%, Oceania 5,30%, Antártida 5,00% (DAEE, 2007). Da água disponível no mundo para consumo, 70% são direcionadas para a agricultura, 22% para a indústria e 8% para uso da população (UNIAGUA, 2007). O consumo mundial de água é, hoje, de 200 quilômetros cúbicos/ano mas poderá chegar a 360 quilômetros cúbicos/ano, em 2025, mantida a tendência de crescimento populacional (NORONHA, 2006). O Brasil possui 12% da água doce que esorre superficialmente no mundo, em que 70% estão na Região Norte, 15% no Centro-Oeste, 6% no Sul e no Sudeste e apenas 3% no Nordeste (SUASSUNA, 2004).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA em sua resolução 357 aprovada em 17 de março de 2005, dispõe sobre os corpos aquáticos e as diretrizes ambientais para o seu uso, classificando as águas do Território Nacional nas categorias: doces, que são as águas com salinidade igual ou menor que 0,5‰; salobras, as águas de salinidade maior que 0,5 e menor que 30‰, e salinas, as águas com salinidade acima de 30‰. Segundo o objetivo requerido para os seus usos preponderantes, as águas foram divididas em treze classes de qualidade, ou seja, para as águas doces, classes especial 1, 2, 3 e 4; para as águas salobras, classes especiais 1, 2 e 3 e, para as águas salinas, em classes especiais 1, 2 e 3 (UNIAGUA, 2005).

Quando se refere a consumo humano, a água no Brasil está classificada, pelo Ministério da Saúde, segundo a Portaria 518/04 de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade. Quando cita as metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade, a referida Portaria ressalta que as mesmas devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria da edição mais recente da publicação Standard Methods for the

Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization) (VISALEGIS, 2004).

Para consumo animal, citado por AYERS; WESTCOT (1999), a Academia Nacional de Ciências dos EUA classifica a água, recomendando parâmetros de salinidade entre 1,5 e 16 (dS/m).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), recomenda a classificação proposta pela University of California Committee of Consultants (UCCC), que fornece diretrizes para se interpretar a qualidade da água para irrigação, destacando os parâmetros de salinidade, infiltração e toxicidade de íons específicos (AYERS; WESTCOT, 1999).

Segundo Bernardo (1986), a linha de análise recomenda que a água para irrigação deve ser analisada em relação a cinco parâmetros fundamentais: salinidade, permeabilidade do solo, concentração de elementos tóxicos, concentração de bicarbonatos e aspecto sanitário.

A adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total mas, também, do tipo de sais. Na medida em que o conteúdo de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas se agravam, o que requer o uso de práticas especiais de manejo para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade para irrigação, também se determina pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso em longo prazo.

Os problemas mais comuns com as águas destinadas à irrigação são a salinidade, sua velocidade de infiltração no solo, a toxicidade, o excesso de nutrientes e a corrosão dos equipamentos de irrigação. Águas ricas em sódio ou muito pobres em cálcio e magnésio, tendem a reduzir a permeabilidade dos solos, aumentam o encharcamento e dificultam a alimentação das plantas. Águas quimicamente não perigosas aplicadas em solos pouco permeáveis, podem causar sua salinização, sendo este um perigo freqüente na região nordeste, Ayers; Westcot (1999) fornece, no âmbito das classificações, parâmetros com limites de concentração para uso em diretrizes técnicas necessárias na avaliação das águas para irrigação.

Richards (1954) classificou a água para irrigação baseando-se na condutividade elétrica da água (CEa) como indicadora de risco para salinização e utilizou a razão de adsorção do sódio (RAS), como indicadora de risco de sodificação do solo, dividida em quatro classes. Esta classificação de água é aceita em todo o mundo e recomendada pelo Laboratório de Salinidade do Solo dos Estados Unidos. Para salinidade, as classificações C1, C2, C3 e C4 indicam: baixo, médio, alto e muito alto risco de salinização, respectivamente. As classificações S1, S2, S3 e S4 indicam: baixa, média, alta e muito alta concentração de sódio para a avaliação do perigo de sodificação do solo (BERNARDO, 1995).

Cruz (1996) assegura que a qualidade da água se refere às suas características biológicas e físico-químicas. O grau de aceitabilidade da água para uso específico (abastecimento público, agricultura, pecuária, indústria, recreação etc.), depende da composição, da concentração e da influência das características mencionadas sobre a utilização. Pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas, em que, por outro lado, a perda dessa qualidade pode comprometer seu uso.

Discorrendo sobre a salinidade da água, afirmam Ayers; Westcot (1999), que quando sua qualidade piora o controle se torna mais difícil; portanto, a proporção em que a salinidade aumenta se deve tomar maior cuidado em lixíviar os sais da zona radicular, antes que alcancem concentrações perigosas e provoquem perdas.

## 2.2 Usos diversos da água

### 2.2.1 Consumo humano

As necessidades hídricas do homem são várias e indispensáveis para a condição da vida. Identificar a quantidade certa de água de que cada pessoa necessita a cada dia, não é tarefa fácil; dois litros seriam uma boa resposta se se considerasse a média ingerida para

matar a sede mas as necessidades do homem vão muito além. Precisa-se de água de boa qualidade para lavar e preparar alimentos, asseio corporal, lavar roupas, talheres etc. em uma estimativa que leve em consideração uma totalidade de consumo, o total cresce a dezenas de litros por dia, podendo chegar a centenas, dependendo do modo de vida de uma sociedade. Quem mora em barraco de favela sem água encanada, consome de 10 a 30 litros por dia; quem habita em casa ou apartamento moderno, com máquinas de lavar roupa e louça, o total pode chegar a 500 litros; em países considerados desenvolvidos, chega-se a usar 1000 litros de água por pessoa/dia. Na cidade de Nova York, a média de consumo diário é de 2000 litros e, em algumas comunidades africanas, essa média é de apenas 12 litros (PELEGRINI, 2005).

### 2.2.2 Consumo animal

Pecuária é a arte ou o conjunto de processos técnicos usados na domesticação e produção de animais com objetivos econômicos; ela é desenvolvida, geralmente, no campo, e é considerada uma parte específica da agricultura; sua forte relação com os recursos hídricos está associada ao clima, no fato de que a maioria dos animais consome mais água quando aumenta a temperatura do ar, com o maior acréscimo ocorrendo acima de 26°C, quando os animais passam a consumir de três a quatro vezes mais; assim, existe a necessidade de manter a disponibilidade de água de boa qualidade e de fácil acesso, para os animais minimizarem o estresse calórico (GERMANO, 2006 apud PIRES, 2001).

Através da atividade pecuária os seres humanos atendem à maior parte de suas carências de proteínas animais, com uma pequena parte sendo satisfeita pela pesca e pela caça; a carne, o ovo, o leite e o mel, são os principais produtos alimentares oriundos da atividade pecuária; já o couro lã e seda, são exemplos de fibras usados na indústria de vestimentas e calçados; o couro também é extensivamente usado na indústria calçadista, moveleira e de automóveis. Alguns povos usam a força animal de bovinos e eqüídeos para a realização de trabalhos; outros também usam o esterco seco como combustível para o preparo de alimentos.

Nas regiões áridas e semi-áridas, o gado consome em geral, águas de qualidade inferior durante vários meses do ano. Geralmente, as águas contêm altos níveis de sais e provocam desarranjos fisiológicos e até a morte dos animais; o efeito mais comum é a falta de apetite, que tem sua origem não apenas de um desequilíbrio no conteúdo de água nos tecidos mas, também, de uma toxicidade iônica, sendo o magnésio o elemento que provoca diarreia no gado (AYERS; WESTCOT, 1999).

Com a finalidade de evitar perdas econômicas, a Academia Nacional de Ciências dos EUA (1972), apud Ayers; Westcot (1999), estabeleceu que, do ponto de vista da salinidade, a água com condutividade elétrica inferior a  $5 \text{ dS/m}^{-1}$  é satisfatória para o gado, praticamente em qualquer circunstância, porém nas regiões áridas e semi-áridas é oportuno muitas vezes, usar as águas que excedam este limite. Os íons responsáveis pela salinidade não são muito tóxicos em sua maioria; assim, as normas da Australian Water Resources Council (1969) apud Ayers; Westcot (1999), recomendam que se deve considerar o magnésio, principalmente quando a salinidade excede de  $6,6 \text{ dS/m}^{-1}$  ( $4.000 \text{ mg l}^{-1}$ ) nas águas para o gado bovino e  $10 \text{ dS/m}^{-1}$  ( $6.000 \text{ mg.l}^{-1}$ ) nas águas para ovinos.

### 2.2.3 Agricultura

Agricultura é a arte ou processo de usar o solo para cultivar plantas com o objetivo de se obter alimentos, energia, matéria-prima para roupas e construções, medicamentos e ferramentas. Através da agricultura também se obtêm mercadorias diferentes como: flores e plantas ornamentais, fertilizantes orgânicos, produtos químicos industriais (látex, ricina), fibras (algodão, linho, cânhamo), e combustíveis (etanol, madeira para combustao, metanol, biodiesel).

Agricultura antiga ou arcaica, é aquela caracterizada pela utilização intensiva da força humana e animal nas plantações; é, comumente de subsistência e não usa métodos científicos de organização; embora não seja capaz de produzir regularmente grandes safras, ela é ainda muito difundida em diversas partes do mundo, em especial entre os países

subdesenvolvidos tropicais, visto que as tecnologias empregadas são simples e de baixo custo.

A agricultura moderna surgiu após a primeira fase da Revolução Industrial, entre o final do século XVIII e o final do Século XIX, com base na utilização da energia a vapor e também da eletricidade. É caracterizada pela maior regularização das safras e pelo aumento da produção agrícola, devido à utilização de tratores, máquinas colheitadeiras, semeadeiras e de uma série de novos implementos agrícolas desenvolvidos para otimizar a produção (WIKIPEDIA, 2006).

A agricultura contemporânea é aquela caracterizada pela grande utilização de meios tecnológicos, que ampliaram a quantidade e a qualidade da produção, colocando em pauta os temas ecologia, saúde e excelência na produção.

A irrigação é um conjunto de técnicas de adução de água utilizados na agricultura, para suprir as necessidades hídricas das culturas no período de déficit hídrico, quando as dotações pluviométricas ou qualquer outra forma natural não for suficiente para garantir ao produtor uma colheita satisfatória. A mudança nas paisagens das terras áridas, semi-áridas e subúmidas através da agricultura irrigada, é uma realidade em diversas regiões do planeta. A origem da irrigação é muito antiga e sua história se confunde, muitas vezes, com a história do desenvolvimento agrícola e da prosperidade econômica de um povo. As antigas civilizações tiveram suas origens em regiões áridas, onde a produção só era possível graças a essa técnica (DAKER, 1988).

Hoje em dia, 67% da água global retirada e 87% da água de uso consultivo são, destinados à irrigação (SHIKLOMANOV, 1997). As áreas irrigadas do planeta correspondem a menos de um quinto de toda a área plantada mas produzem de 40–45% dos alimentos do mundo. No futuro, para alimentar as populações crescentes, a área com agricultura irrigada terá que ser consideravelmente estendida porém ainda não se sabe se haverá água disponível para esta extensão. Como é muito provável que a exigência de água para consumo humano e setores industriais aumentará nos próximos anos, regiões que hoje não sofrem escassez de água para a agricultura poderão vir a tê-la, possivelmente comprometendo o desenvolvimento das áreas irrigadas e a segurança alimentar da população por falta de disponibilidade de água.



## 2.3 Bacias hidrográficas

Segundo Rocha; Kurtz (2001), bacia hidrográfica é uma área delimitada por um divisor de águas, que drena as águas de chuva, por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída, e desaguardo diretamente no mar ou em um grande lago.

Sendo usada como área delimitada para manejo e planejamento, é a forma mais adequada tecnicamente para programação de recuperação e preservação dos recursos naturais, como: solo, água e vegetação. O estudo do manejo integrado de bacias hidrográficas é usado para avaliar os efeitos sociais, econômicos e ambientais, das políticas alternativas de manejo e desenvolvimento, como também para determinar eficientes alocações da água de acordo com sua qualidade.

No início da década de 70, com o propósito de melhorar o conhecimento e adaptar a sua estrutura para atender à área hidrológica, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), órgão já extinto e substituído pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), classificou em oito, as grandes bacias do Brasil: Bacia 1 – Bacia do Rio Amazonas, Bacia 2 – Bacia do Rio Tocantins, Bacia 3 – Bacia do Atlântico, Trecho Norte/Nordeste, Bacia 4 – Bacia do Rio São Francisco, Bacia 5 – Bacia do Atlântico, Trecho Leste, Bacia 6 – Bacia do Rio Paraná, Bacia 7 – Bacia do Rio Uruguai e Bacia 8 – Bacia do Atlântico, Trecho Sudeste (ANAIS XII, 2005).

A Bacia do Atlântico Norte/Nordeste banha extensa área dos Estados do Amapá, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Pará e Alagoas. Inclui-se nesta região o ponto mais oriental do país, Ponta do Seixas na Paraíba. Possui uma vazão média anual de 6.800 m<sup>3</sup>/s e tem uma área de drenagem de 996.000 Km<sup>2</sup>, composta por dois trechos: Norte e Nordeste. O trecho Norte corresponde à área de drenagem dos rios que deságuam ao norte da Bacia Amazônica. O segundo trecho, Nordeste, corresponde à área de drenagem dos rios que deságuam no Atlântico, entre a foz do rio Tocantins e a do Rio São Francisco (ANEEL, 2006).

As bacias hidrográficas do Nordeste correspondem a 18% das Bacias brasileiras, colocando a região em terceiro lugar, atrás apenas das regiões Norte e Centro Oeste. No

entanto, apesar de sua grande extensão territorial, a hidrografia nordestina é considerada modesta, devido ao caráter intermitente e irregular de grande parte de seus rios, cujo condicionante principal é o clima semi-árido, que domina grande parte da região. O maior destaque na hidrografia nordestina é o Rio São Francisco, que possui uma bacia com cerca de 490 mil km<sup>2</sup> e cabeceiras em áreas de precipitação fora da região Nordeste (LEITAO, 2005).

Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, AESA (2006), o Estado da Paraíba está dividida em 11 bacias hidrográficas: bacia do Rio Paraíba; bacia do Rio Abiaí; bacia do Rio Gramame; bacia do Rio Miriri; bacia do Rio Mamanguape; bacia do Rio Camaratuba; bacia do Rio Guaju; bacia do Rio Piranhas; bacia do Rio Curimataú; bacia do Rio Jacu; e bacia do Rio Trairi. As cinco últimas são bacias de domínio federal.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, com área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida entre as latitudes 6°51'31'' e 8°26'21'' Sul e as longitudes 34°48'35'' e 37°2'15'' Oeste de Greenwich, é a segunda maior do Estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total; considerada uma das mais importantes do semi-árido nordestino, ela é composta pela sub-bacia do Rio Taperoá, Regiões do Alto Curso do Rio Paraíba, Médio Curso do Rio Paraíba e Baixo Curso do Rio Paraíba, possui uma grande densidade demográfica, porque nesta bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do Estado, e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano (CERH-PB, 2004).

A sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá engloba, total ou parcialmente, a área de 23 municípios paraibanos (AESA, 2006), localizados na escarpa oriental do Planalto da Borborema (LACERDA, 2005); drena uma área de 5.668,25 km<sup>2</sup>, com um perímetro de 435,75 km. O Rio Taperoá, o mais importante da sub-bacia, possui regime intermitente, nasce no município de Teixeira, no mesmo estado, e deságua no rio Paraíba, na cidade de Cabaceiras, a montante do Açude Presidente Epitácio Pessoa; seu relevo apresenta setores ondulados, forte ondulados e montanhosos, enquanto as variações hipsométricas da topografia assumem altitudes consideradas relevantes, nas quais os pontos culminantes atingem a cota de 768 metros nas escarpas orientais do Planalto da Borborema; observa-se quanto ao solo a ocorrência dos tipos: Bruno Não Cálculo de pouca espessura, que cobre

todo o cristalino existente na área de abrangência da bacia, Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos. Em termos geológicos, a área da sub-bacia do rio Taperoá é constituída, predominantemente de formações oriundas do proterozóico e do arquezóico, notando-se quartzitos, gnaisses e migmatitos, além de micaxistos e litologia associados ao complexo gnáissico; há também, ocorrência de granitos originados de rochas vulcânicas e plutônicas (AESAs, 2004).

### 2.3.1 Principais rios e açudes da rede de drenagem da sub-bacia do Rio Taperoá

Segundo o PRODEEM (2005), que não disponibiliza dados dos municípios de Juazeirinho e Desterro, os principais cursos de água da sub-bacia do Rio Taperoá são listados no Quadro 1.

Quadro 1 Principais cursos de águas superficiais da sub-bacia do Rio Taperoá

Município	Fonte	
	Tipo	Nome
Assunção	Riachos	do Junco, dos Frades, Catolé, da Cachoeira, Mucutu, da Canoa, Capim-Açu, dos Ferros, Olho da Serrinha e Quixelô.
	Açudes	Seridozinho
	Lagoas	Maçaranduba, dos Frades, da Serra Branca, do Cavalo e dos Tanques
Barra de Santa Rosa	Rios	Caraibeira, Curimataú e Guandu
	Riachos	do Soares, da Ramada, do Bombocadinho, Fechado, do Guandu, Fundo, da Cruz, das Caraibeiras, Peleiro, da Piaba, das Meninas, Acauã, Samambaia, Riachão, do Cantinho, Catolé, do Lajedo, da Gangorra, do Espinheiro, do Inácio, da Barriguda, do Catucaí, do Urubu, da Bola, da Cachoeira, da Catingueira, do Sabão, Souto, do Salgado, dos Barreiros, do Padre e Jandaíra.
	Açudes	Poleiros, Curimataú

Quadro 1. Continuação

Boa Vista	Rios	Boa Vista, São Pedro
	Riachos	Riachão, Cachoeira dos Pombos, Lagoa Preta, da Farinha, dos Defuntos, da Macambira, Mandacaru, do Açude, do Tronco, do Pombo e Urubu
Cabaceiras	Rios	Taperoá e Boa Vista
	Riachos	do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoais, do Junco e Macambira
	Açudes	Epitácio Pessoa ou do Boqueirão
Cacimbas	Riachos	Serra Feia, do Covão, Jurubeba, Pedra Fina, dos Poços, Quixaba, Caracol e Desterro
Gurgão	Rios	Gurjão e Soledade
	Riachos	Ubaias, Pascácio, das Cobras, Quixaba, Salgadinho, da Quixaba, do Urubu, do Negro, da Joaquina, do Iço, do Livramento, da Icatunga, Lazazinha e Piancó
	Açudes	Livramento, do Estado
	Lagoas	Jurema, do Barril, do Junco, dos Paus Brancos, dos Grossos, do João de Abreu, João Medeiros, dos Marrecos e do Batista
Junco do Seridó	Riachos	São Gonçalo, do Carneiro, do Galo, do Junco, Chafariz, da Tapera, da Germana, da Goiabeira e do Lajeirinho
Livramento	Rios	Rio Taperoá
	Riachos	Embira, Bonito, Verde, dos Veados, do Cocho Quixabeirinha, dos Paus Brancos, do Livramento e de Fora
Olivedos	Rios	Rio Boa Vista
	Riachos	Maracajá do Cocho, do Meio, Gravatá, do Padre
	Lagoas	Lagoa da Jurema
Parari	Rios	Rio dos Cordeiros
	Riachos	Serrote dos Poços, do Agreste, da Tocaia, do Livramento, de Fora, do Meio, do Franco, do Midubim e Quixaba, do Poço
	Lagoas	Lagoa do Meio
Pocinhos	Rios	Rio Boa Vista
	Riachos	Cágado, dos Negros, Catolé, do Peba, do Boi, Fechado, Curumarã, da Farinha e da Cobra
	Açudes	Católé e de Pedra

Quadro 1. Continuação

Salgadinho	Rios	Rio da Farinha
	Riachos	Muquém, Catolé, Olho d'Água, do Pinga, Caraibeira, dos Oitis, do Brejinho, João Bento, do Rodeador, do Saco, da Macambira, dos Ferros, Cercado do Fogo, Uruçu, Cosme Pinto e do Mocó
	Açudes	Tanques
	Lagoas	Viração, da Caraibeira e da Onça
Santo André	Riachos	Carimboque, do Sítio, do Badalo, do Engenho, das Caraibeiras, Cabeça de Cavallo, Garrote, D'agua das Cobras, das Ubaías, Pascácio, do Curi, Mucutu, dos Pinhões, da Catinga,
	Lagoas	Touro, da Jurema e dos Pinhões
São João do Cariri	Rios	Gurjão, Soledade, Taperoá, da Serra Branca
	Riachos	Caatinga, da Catingueira, da Telma, da Cachoeira, do Mulungu, do Justino, do Cachorro, do Badalo, do Afogado, das Marias Pretas, da Capoeira, das Cobras, do Saco, Pau da Ponta, Mateus, Gravatá, Fundo, Quixaba, do Boi, dos Cacimbas, do Milho, Formigueiro, Salgadinho, do Damásio, Curralinho, Boa Ventura, do Farias, Olho d'Água, Algodoais, Macambira, Algodoeiros, Forquilha, do Bento, dos Avelós, do Cantinho, do Jirau, da Agave, dos Mares, Ipueirinha, da Cachoeirinha
	Açudes	Açude Público Namorado
	Lagoas	de Baixo, do Pereira, da Serra, Forquilha, do Escondido e da Maniçoba
São José dos Cordeiros	Rios	Rio dos Cordeiros
	Riachos	Livramento, de Fora, Agreste, da Pelada, Franco, Bonfim S. Gonçalo, do Perigo, Cipó, Cacimbinha, das Malícias, Jureminha, do Cocho, Barra do Moraes, Fundo, Cazuzinha
	Lagoas	Grande, do Meio, do Caldeirão, Pedro da Costa, da Jararaca e João Gomes
Seridó	Rios	Rio Seridó
	Riachos	Barraco, Lagamar, Preto, da Serra Redonda, Olho d'Água, do Serrote, Cubati, Morcego, do Espinheiro e Caraibeira
	Lagoas	Lagoa Grande

Quadro 1. Continuação

Serra Branca	Rios	Serra Branca e Sucuru
	Riachos	Franco, Salgado, do Umbu, do Tatu, do Garrote, Serrinha, Formigueiro, Jatobá, Manari, da Vertente, da Macambira, do Caboclo, Mandacaru, Jirau, Manoel Ferreira, Lagoa da Serra, Salgadinho, dos Pereiras, Camuquim, Mulungu, Pedro da Costa, Gangorra Grande, do Umbu, do Ligeiro, do Buraco, dos Mares, da Aroeira, Angico, Pedra da Onça
	Açudes	Público Serra Branca, da Lagoa de Cima
	Lagoas	Lagoa de Cima, da Maria Preta, do Cipó, do Velho, Maracajá e Panati
Soledade	Rios	Rio Soledade
	Riachos	Espinheiro, Cachoeira dos Pombos, Caroá, Santa Luzia, Gravatá, Riachão, Malhada dos Reis, Quixudi, Cachoeira, Cachoeirinha, Santo Antônio, do Mocó, dos Angicos, da Velha, dos Periquitos, Bonito dos Macacos, do Açude
	Açudes	Soledade e Santa Teresa
	Lagoas	Maria Preta, dos Pereiras, de Dentro e Nova
Taperoá	Rios	Rio Taperoá
	Riachos	Ferreiro, do Saco, do Juá, Uruçu, da Marcação, Cercado de Fogo, Jibira, Verde, Pedra Vermelha, Malhada Alegre, Várzea, do Cachorro, Ana Maria, da Garapa, do Silva, do Seixo, Maniçoba, do Cacho, Canivete, Bonito, Jurubeba, Desterro, do Atalho, Garrote, do Livramento e do Gatinho
	Açudes	Manoel Marcionilo, Lagoa do Meio e do Junco
	Lagoas	do Escuro, do Fernando, do Panati e da Canga
Teixeira	Riachos	das Moças, dos Poços, do Catolé e Desterro
Tenório	Riachos	Barraco, Caraiqueira, Seridozinho, do Carneiro, da Várzea, do Cariri, da Bandarra e Teresópolis
	Lagoas	Maravilha

O pequeno açude apareceu na região sertaneja com a colonização, por se tratar do modo mais eficaz de se armazenar água durante o período chuvoso para ser utilizado no período seco. Em 1909 o Governo Federal criou a Inspetoria de Obras Contra as Secas - IOCS, posteriormente Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, responsável pela construção, no Nordeste, de 310 açudes públicos e 622 açudes em regime

de cooperação com particulares, estados e municípios, com um represamento total da ordem de 20 bilhões de m<sup>3</sup> d'água. Paralelamente ao crescimento do número de açudes públicos, e apesar das prioridades oficiais voltadas para os grandes reservatórios, observou-se, ao longo do tempo, o surgimento espontâneo da pequena açudagem privada. Acredita-se que, atualmente, existam mais de 70.000 desses microreservatórios de água em todo o sertão nordestino.

No Estado da Paraíba foram contabilizados, a partir de imagens de satélite do ano 2000, aproximadamente 8.000 açudes na região semi-árida, dos quais 14 são monitorados pela AESA (Quadro 2), com 7.600 desses considerados micro ou pequeno açude. Estimou-se que, em média, estão armazenados nesses pequenos reservatórios dois bilhões e 267 milhões de m<sup>3</sup>, correspondendo a 60% da quantidade de água armazenada pelos médios e grandes açudes.

Quadro 2 Açudes que pertencem à sub-bacia do Rio Taperoá, monitorados pela AESA

Município	Açude	Capacidade Máxima (m3)
Desterro	Jeremias	4.658.428
Gurjão	Gurjão	1.929.250
Juazeirinho	Barra	3.017.185
Juazeirinho	Mucutu	25.373.341
Livramento	Livramento	2.432.420
Livramento	Salitre	3.576.680
Olivedos	Olivedos	5.875.124
São João do Cariri	Namorados	2.118.980
São José dos Cordeiros	São José	956.000
Serra Branca	Serra Branca I	2.117.000
Serra Branca	Serra Branca II	14.042.568
Soledade	Soledade	27.058.000
Taperoá	Lagoa do Meio	6.647.875
Taperoá	Manoel Marcionilo (Taperoá II)	15.148.900
Total		114.951.751

Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2006b)

Os principais aproveitamentos observados nos pequenos açudes, são os seguintes: a) abastecimento humano e animal; b) agricultura de vazante, que se desenvolve nas margens desses reservatórios, sempre que ocorre o rebaixamento do nível da água; c) fruticultura, atividade que se verifica em função do aproveitamento de infiltrações ou “revências” que, por sua vez, podem ocorrer das fundações das barragens com o plantio de sítios na parte de jusante, em geral constituídos de coqueiros, mangueiras, goiabeiras, cajueiros, bananeiras, citros e cana-de-açúcar; d) piscicultura, especialmente a semi-intensiva, que pode ser consorciada com a criação de marrecos, porcos ou galinhas; e) irrigação, situada nos aluviões formados nas margens dos riachos, é pouco explorada mas se pode constituir no principal aproveitamento do pequeno açude desde que adequadamente planejada (PERH, 2005).

#### 2.4 Semi-árido

O semi-árido brasileiro é um dos maiores, mais populoso e o mais úmido do mundo (FILHO; SOUZA, 2006); estende-se por 980.089,26 km<sup>2</sup> integrando 1.135 municípios pertencentes aos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo. Vivem nessa região 21.718.168 pessoas (CARVALHO, 2006); ecologicamente, é uma área muito devastada devido à luta secular que o homem regional enfrenta com a natureza na tentativa de sobrevivência; em geral, o solo é raso e pedregoso, pobre em matéria orgânica, com baixa capacidade de acumulação d'água, embora rico em sais minerais solúveis, em especial em cálcio e potássio; possui pH neutro ou próximo da neutralidade; a vegetação é composta de uma flora geneticamente rica, com biodiversidade única, pouco conhecida e atualmente muito ameaçada, inclusive por um processo de desertificação que atinge sobretudo a caatinga.

O clima é seu elemento mais marcante, com um regime pluviométrico em média de 500 mm/ano, em duas estações bem distintas, uma com chuvas de 3 a 5 meses no primeiro semestre do ano, chamada inverno, e outra seca, que dura de 7 a 9 meses, podendo



se alongar, chamada verão. Devido a essas características climáticas, a região Nordeste possui um dos maiores índices de evaporação do Brasil; em virtude da baixa latitude em que se encontra, está muito próxima do Equador, localizando-se entre 1 °S e 18 °S, cujos raios solares incidem quase na vertical, de janeiro a dezembro, proporcionando elevadas médias térmicas e luminosidade solar de 2.800 horas por ano. Nos períodos de seca a nebulosidade atinge até 50% em meses de precipitação nula; a umidade relativa do ar com média de 50% ao ano se torna muito baixa; os ventos ficam secos, quentes e com alta velocidade média (15 a 25 km/h). A temperatura atinge média que varia de 23 a 27°C, considerada muito elevada, condição que favorece a alta evaporação e alcança números em torno dos 2.000 mm/ano, incluindo a regiões entre as mais secas quentes do planeta (MENDES, 2006).

Apesar da história apresentar o semi-árido nordestino como sinônimo de solo, gado e homens castigados pela seca, este conceito está mudando, a exemplo de outros Semi-Áridos do mundo. Com o desenvolvimento da irrigação, o uso de espécies tolerantes à seca e à produção animal, este panorama de desolação já está cedendo lugar a um cenário de desenvolvimento em que tecnologias disponíveis têm tornado possível a produção comercial de diversos produtos agrícola e pecuário, capaz de competir nos mercados nacional e internacional. Se, por um lado, as condições climáticas desse ecossistema brasileiro desfavorecem a agricultura dependente de chuva, por outro se tornam ideais para a prática da agricultura irrigada (EMBRAPA, 2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do estudo

Esta pesquisa teve caráter descritivo com abordagem quantitativa e qualitativa, caracterizada como bibliográfica, de campo e laboratorial.

Através de pesquisas bibliográficas se coletaram dados gerais referentes aos municípios inseridos no interior da sub-bacia, como: quantidade, população, área territorial, localização regional, contingente de animais, altitude, perímetro, área climática e agrícola e quantidade de rios, riachos e açudes. Com o trabalho de campo, amostras de água de 199 fontes foram coletadas em diversos locais da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá, PB, as quais, foram analisadas em laboratório quanto aos aspectos físico-químicos.

Em geral o estudo das águas da sub-bacia do Rio Taperoá, abordou os aspectos captação pluvial (disponibilidade), demanda, classificação quantitativa e qualitativa, relacionados aos dados físicos geográficos, função socioeconômica, pecuária e agricultura da região.

#### 3.2 Local da pesquisa

O estudo teve, como campo de investigação, a sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá localizada na parte central do Estado da Paraíba, Brasil, com toda a sua extensão territorial inserida na região semi-árida, entre as latitudes 6°51'31" e 7°34'21" S e as longitudes 36°0'55" e 37°13'9" W (Figura 1).

O clima da sub-bacia, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, que significa semi-árido quente. As temperaturas mínimas variam de 18 a 22 °C nos meses de julho e agosto e as máximas se situam entre 28 e 31 °C, nos meses de novembro e dezembro (LACERDA, 2005). A precipitação média é de 480,3 mm/ano (AESA, 2006),

com a maior concentração do total precipitado ocorrendo em período de dois a quatro meses, correspondendo a 65% de todas as chuvas anuais. A evaporação obtida a partir do tanque classe A, varia de 2.500 a 3.000 mm/ano, e os valores decrescem de oeste para leste.

A vegetação natural dominante na área da sub-bacia do Rio Taperoá é de caatingas hiperxerófila, hipoxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia. Em alguns trechos a caatinga se apresenta densa, com vegetação rasteira constituída por herbáceos espinhosos e arbustos densos com significativa concentração de cactáceas (SEMARHM, 2000). As áreas desmatadas e utilizadas para agriculturas são em geral, ocupadas pelas culturas de palma forrageira, agave, algodão, milho e feijão; os solos são do tipo: Bruno Não Cálcico de pouca espessura, que cobre todo o cristalino existente na área de limite da sub-bacia, Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos (AESAs, 2006).



Figura 1 Localização da sub-bacia do Rio Taperoá, no Estado da Paraíba

Fonte: Universidade Federal da Paraíba. PRODEMA-Projeto Taperoá /LEPAN. Adaptado

A Figura 2 refere-se à área territorial dos 23 municípios que compõem a rede de drenagem da sub-bacia do Rio Taperoá. Em virtude de possuírem estruturas geológicas que separam as águas pluviais, também chamadas divisores de águas, 17 desses municípios drenam suas águas de maneira parcial contribuindo também para outras bacias. Seis municípios possuem sistemas de drenagem desaguando totalmente para essa sub-bacia.

### DIVISÃO POLÍTICA DA PARAÍBA DESTACANDO A SUB-BACIA DO RIO TAPEROÁ



Figura 2 Mapa da Paraíba com delimitação espacial e política, destacando-se os municípios com drenagem total ou parcial para a sub-bacia do Rio Taperoá

Fonte: AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2006)

Apresentam-se no Quadro 3, os nomes dos municípios que compõem a sub-bacia do Rio Taperoá, com sua localização por micro e mesorregião e o tipo de participação quanto ao fato de drenarem suas águas, total ou parcialmente, para a referida sub-bacia.

Quadro 3 Localização regional dos municípios da sub-bacia do Rio Taperoá

Cidade	Microrregião	Mesorregião	Participação na sub-bacia
Assunção	Cariri Ocidental	Borborema	Parcial
Barra de Santa Rosa	Curimataú Ocidental	Agreste Paraibano	Parcial
Boa Vista	Campina Grande	Agreste Paraibano	Parcial
Cabaceiras	Cariri Oriental	Borborema	Parcial
Cacimbas	Serra do Teixeira	Sertão Paraibano	Parcial
Desterro	Serra do Teixeira	Sertão Paraibano	Total
Gurgão	Cariri Oriental	Borborema	Total
Juazeirinho	Seridó Oriental	Borborema	Parcial
Junco do Seridó	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial
Livramento	Cariri Ocidental	Borborema	Total
Olivedos	Curimataú Ocidental	Agreste Paraibano	Parcial
Parari	Cariri Ocidental	Borborema	Total
Pocinhos	Curimataú Ocidental	Agreste Paraibano	Parcial
Salgadinho	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial
Santo André	Cariri Oriental	Borborema	Total
S. João do Cariri	Cariri Oriental	Borborema	Parcial
S. José dos Cordeiros	Cariri Ocidental	Borborema	Total
Seridó	Seridó Oriental Paraibano	Borborema	Parcial
Serra Branca	Cariri Ocidental	Borborema	Parcial
Soledade	Curimataú Ocidental	Agreste Paraibano	Parcial
Taperoá	Cariri Ocidental	Borborema	Parcial
Teixeira	Serra do Teixeira	Sertão Paraibano	Parcial
Tenório	Seridó Oriental Paraibano	Borborema	Parcial

Fonte AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2006)

### 3.3 Local da coleta das amostras de água e tipo de fontes

No período de 06/10 a 15/12/2006, dentro da época de estiagem, que representa o período mais crítico na acumulação de água no semi-árido paraibano, 199 amostras de água foram coletadas em 16 municípios dos 23 estudados na sub-bacia do Rio Taperoá; os pontos de coleta das águas são mostrados na Figura 3.

## MAPA DA PARAÍBA COM ÁREA DE DRENO DA SUB-BACIA DO RIO TAPEROÁ

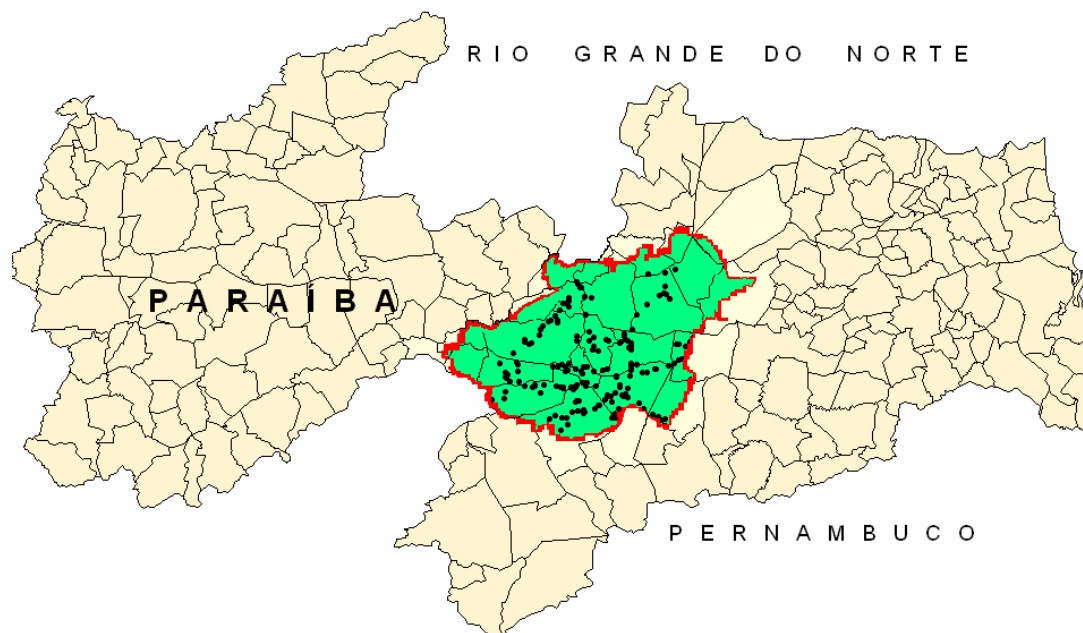


Figura 3. Pontos georreferenciados das águas analisadas da sub-bacia do Rio Taperoá

Coletaram-se as amostras de água em fontes de características superficiais e subsuperficiais considerando-se, como fontes superficiais, as barragem, caracterizadas como reservatórios construídos através de barramentos (Figura 4), os açudes, reservatórios formados por represamento de um curso de água (Figura 5), e as águas correntes, caracterizadas como as fontes dos leitos de rios, parados ou não, no momento da coleta. O Rio Salgado, localizado no município de São João do Cariri, segundo informações dos habitantes da localidade, é um rio perene (Figura 6). Como fontes subsuperficiais foram consideradas as cacimbas, caracterizadas como as escavações em baixadas úmidas ou no leito do rio na qual a água se acumula (Figura 7).



Figura 4. Barragem localizada no município de Gurjão



Figura 5. Açude localizado no município de Boa Vista



Figura 6. Água corrente (Rio Salgado) localizada em de São João do Cariri



Figura 7. Cacimba localizada no município de Boa Vista

Poços amazonas, que são escavações com mais de um metro de diâmetro, construídos com revestimento de tijolo ou anéis de concreto com profundidades na ordem de 10 a 20 metros (Figura 8). Dentre as amostras de água, 130 foram coletadas em açudes, 45 em poços amazonas, 9 em fontes de água corrente, 3 em barragens e 12 em cacimbas; em geral, essas águas são utilizadas para consumo humano (Figura 9), consumo humano e animal (Figura 10), consumo animal (Figura 11) e, em alguns casos, para pequena irrigação (Figura 12).





Figura 8. Poço amazonas localizado no município de São José dos Cordeiros



Figura 9. Fonte utilizada para consumo humano no município de Boa Vista



Figura 10. Fonte para consumo humano e animal, em São J. dos Cordeiros



Figura 11. Fonte usada para consumo animal em São José dos Cordeiros



Figura 12. Fonte utilizada para pequena irrigação, no município de Cabaceiras



### 3.4 Procedimentos para coleta das águas

As amostras de água foram coletadas com um equipamento previamente desenvolvido pelo autor, confeccionado em tubo de PVC rígido branco PN 20, com diâmetro de 100 e comprimento de 600 mm, usando-se cap's para vedação, perfurado com brocas de 10 mm em uma das extremidades, em 3 camadas, com um orifício de 20mm inferior (Figura 13), para proceder à descarga de água em funil (Figura 14). Os pontos de coleta foram georreferenciados usando-se um GPS 12 XL (Figura 15), e fotografados com máquina digital HP. As águas foram acondicionadas em garrafas PET, previamente lavadas e enxaguadas no momento da coleta, as quais foram totalmente cheias, vedadas e etiquetadas com número de identificação, nome do município e tipo de fonte à que pertenciam; em seguida, foram encaminhadas ao o Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG (LIS) (Figura 16), no qual foram caracterizadas físico quimicamente, determinando-se a condutividade elétrica, pH, Cálcio, Magnésio, Sódio; Potássio, Carbonato, Bicarbonato, Cloreto e Sulfato. Calculou-se a RAS a partir dos resultados obtidos de Cálcio, Magnésio e Sódio.



Figura 13. Coletor de água desenvolvido para esta pesquisa, com extensão para o projeto MAQUASU- FUNASA/UFCG



Figura 14. Procedimento do envasamento das amostras de água em garrafas PET a serem conduzidas para análises no laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG (LIS)



Figura 15. Ficha de campo, GPS e Condutivímetro, usados na pesquisa

Figura 16. Amostras de água para análises na bancada do laboratório da UFCG

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, parâmetro este relacionado à presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior à quantidade de íons dissolvidos maior também será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, dentre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

A condutividade elétrica foi determinada utilizando-se o método eletrométrico (APHA, 1998), e se empregando um condutivímetro de leitura direta do tipo Kondukto meter E527.

O pH é uma característica de todas as substâncias, que indica o grau de acidez, a neutralidade ou alcalinidade, determinado pela concentração de íons de hidrogênio; pH foi determinado pelo método potenciométrico (APHA, 1998), através de um pHmetro, com eletrodo combinado.

O cálcio é um metal da família dos alcalino-terrosos; é o quinto elemento em abundância na crosta terrestre ( 3,6% em massa ); não é encontrado em estado nativo na natureza, mas sempre está agregado a rochas ou minerais, como o mármore, a calcita, o calcário e adolomita; já o magnésio é um metal alcalino terroso, sólido nas condições ambientais; é também o sexto elemento em abundância da crosta terrestre (aproximadamente 2,76%), e o terceiro mais abundante dissolvido na água do mar; ao é encontrado livre na natureza.

As concentrações de cálcio e magnésio foram determinadas pelo método de titulação (APHA, 1998) usando-se, como solução titulante, o EDTA 0,025N e soluções indicadoras de Murexida e Eriocromo-T, respectivamente.

O sódio é o metal alcalino mais comum, é sólido em temperatura ambiente e não é encontrado livre na natureza, é o quarto elemento mais abundante na crosta terrestre (2,6%). Podendo tornar-se venenoso quando combinado com muitos outros elementos em ambiente aquoso; seu composto mais abundante é o cloreto de sódio encontrado no sal marinho e nos minerais halita e zeolitas; quanto ao potássio, é um metal alcalino que constitui cerca de 2,4% da crosta terrestre em peso, sendo o sétimo elemento mais abundante; devido à sua insolubilidade, é muito difícil obter o metal puro a partir dos seus minerais; sua principal fonte é a potassa; trata-se um elemento essencial ao crescimento das plantas, sendo um dos três mais consumidos; é encontrado na maioria dos tipos de solo, reage violentamente com a água e não é considerado elemento com potencial de concentração na cadeia alimentar

As concentrações de sódio e potássio foram definidas pelo método fotometria de chama, e as leituras foram realizadas com um fotômetro da marca MICRONAL modelo B262, com filtros de sódio e potássio, respectivamente.

Cloreto é um sal derivado do ácido clorídrico pela combinação do cloro com um corpo simples, diferente do hidrogênio e do oxigênio; para sua determinação utilizou-se o método argentométrico de Mohr (APHA, 1998), e uma solução de nitrato de prata 0,05N como titulante e cromato de potássio a 5%, como solução indicadora.

Carbonatos são sais inorgânicos que apresentam na sua composição química, o íon carbonato  $\text{CO}_3^{-2}$ ; O termo carbonato é empregado para se referir a sais e minerais que contêm o íon, cujo composto mais comum é o calcário; no que diz respeito a bicarbonatos, são sais resultantes da substituição de um átomo de hidrogênio do ácido carbônico por um metal; contêm, na sua estrutura o ânion  $\text{HCO}_3^-$ .

As concentrações de carbonato e bicarbonato foram determinadas pelo método de titulação (APHA, 1998) usando-se, como solução titulante, o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a 0,02 N e, como soluções indicadoras à Fenolftaleína e o metil-orange, respectivamente.

Sulfato é um composto que contém um grupo de átomos associados a enxofre e oxigênio, conhecido quimicamente como radical sulfato; é estável e a maioria possui alta solubilidade em água; foi determinado quanto a presença e ausência, na amostra pelo método gravimétrico com sulfato de bário, segundo método da EMBRAPA, 1979.

A Razão de Adsorção de Sódio (RAS) foi calculada com base nos resultados das análises de água, a partir da equação:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

em que:

Na - Concentração de sódio na água, em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ;

Ca - Concentração de cálcio na água, em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$

Mg – Concentração de magnésio na água, em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ .

Paralelamente á coleta das amostras de água foram registradas em uma ficha de campo, informações particulares de cada manancial, como nome, tipo (açude, poço, rio, cacimba), proprietários, afluentes, descarga, função principal e subjetivamente profundidade média e tamanho. Na ficha de campo se incluiu também, dados obtidos informalmente, da vivência dos usuários.

Para a análise do consumo de água da pecuária da sub-bacia do Rio Taperoá, foram selecionadas, para observação, as espécies animais de maior importância (bovinos, eqüídeos, caprinos, ovinos e suínos) tomando-se como base os aspectos agrícolas, econômicos, sociais e culturais.

A unidade BEDA foi definida pela seguinte equação:

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

em que:

*BOV* = bovinos e bufalinos

*OV/CAP* = ovinos e/ou caprinos

*EQUI* = eqüídeos (eqüinos + asininos + muares)

*SUI* = suínos

### 3.5 Procedimento para análise de dados

A estatística utilizada foi descritiva, definida pela Estatística e Pesquisa Científica como o conjunto de técnicas analíticas empregadas para resumir o conjunto de todas as informações coletadas em uma investigação; ela envolveu a descrição dos dados relativos a cada uma das variáveis, dados esses levantados através de pesquisa bibliográfica, de campo e de laboratório, enfocada na obtenção de totais, médias, máximo e mínimo para organizar, resumir e descrever os aspectos mais significativos de um conjunto de dados observados e, associar características entre dois ou mais grupos (IATROS, 2000).

Utilizaram-se para se determinar a disponibilidade hídrica de chuvas médias, as médias históricas de precipitação, disponíveis na AESA (2006) e as ponderadas, com a área de cada município da sub-bacia, fornecida pelo IBGE (2003); já para se definir a demanda de água para consumo humano, utilizaram-se os dados disponíveis na CAGEPA (2005), relativos ao abastecimento urbano dos municípios estudados.

### 3.6 Classificação das águas

Para classificação das águas quanto ao aspecto de consumo humano, utilizaram-se os parâmetros da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, conforme Quadro 4.

Quadro 4 Padrão de aceitação da água para consumo humano, segundo a Portaria 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde

PARÂMETRO	Unidade	VMP (1)
Alumínio	mg L <sup>-1</sup>	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	1,5
* Cloreto	mg L <sup>-1</sup>	250
Cor Aparente	Uh (2)	15
Dureza	mg L <sup>-1</sup>	500
Etilbenzeno	mg L <sup>-1</sup>	0,2
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	0,3
Manganês	mg L <sup>-1</sup>	0,1
Monoclorobenzeno	mg L <sup>-1</sup>	0,12
Odor	-	Não objetável (3)
Gosto	-	Não objetável (3)
* Sódio	mg L <sup>-1</sup>	200
* Sólidos dissolvidos totais	mg L <sup>-1</sup>	1.000
Sulfato	mg L <sup>-1</sup>	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg L <sup>-1</sup>	0,05
Surfactantes	mg L <sup>-1</sup>	0,5
Tolueno	mg L <sup>-1</sup>	0,17
Turbidez	UT (4)	5
Zinco	mg L <sup>-1</sup>	5
Xileno	mg L <sup>-1</sup>	0,3
* pH		Faixa de 6,0 a 9,5

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária VISALEGIS (2004)

(1) Valor máximo permitido

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

(3) Critério de referência

(4) Unidade de turbidez

Para classificação das águas quanto ao aspecto de consumo animal, utilizaram-se os parâmetros da Academia Nacional de Ciências dos EUA (1972) citados por Ayers; Westcot (1999) (Quadro 5).

Quadro 5. Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para consumo animal

Salinidade da água (dS m <sup>-1</sup> )	Classe	Observações
< 1,5	Excelente	Adequada para todas as classes
1,5 – 5,0	Muito satisfatória	Provoca diarreia em gado não acostumado e excrementos aquosos nas aves
5,0 – 8,0	Satisfatória para o gado Não satisfatória para as aves	Pode produzir diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados. Aumento de mortalidade e redução de crescimento, sobretudo em perus
8,0 – 11,0	De uso limitado para o gado. Não apta para as aves	Evitar para fêmeas prenhas e em lactação. Não é adequada para as aves domésticas
11,0 - 16,0	De uso limitado	Grande risco para vacas lactantes ou prenhas. Animais mais velhos possam subsistir em certas condições
>16,0	Não recomendável	Riscos muito grandes

Fonte: National Academy of Science (1972, 1974), apud Ayers; Westcot (1999)

As águas foram classificadas, quanto ao aspecto da irrigação, de acordo com as normas da University of Califórnia Committee of Consultants (UCCC) (1974) apud Ayers; Westcot (1999) (Tabela 1), em que se consideram os valores da Razão de Adsorção de Sódio (RAS) e Condutividade Elétrica (CEa ); além dessas normas, utilizou-se também a classificação proposta por Richard (1954), que utiliza a CEa para determinar a qualidade da água para irrigação.

Tabela 1. Parâmetros para se interpretar a qualidade da água para irrigação, segundo UCCC, (1974)

Problema Potencial	Unidade	Valores Normais	Grau de Restrição de Uso		
			Nenhum	Baixo a moderado	Severo
Salinidade					
CEa <sup>2</sup>	dS m <sup>-1</sup>		< 0,7	0,7 - 3	> 3,0
SDT <sup>3</sup>	mg L <sup>-1</sup>		< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltração	RAS <sup>4</sup>			e CEa	
	0 - 3		> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
	3 - 6		> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,2
	6 - 12		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
	12 - 20		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
	20 - 40		> 5,0	5 - 2,9	< 2,9
Toxicidade de íon específico					
Sódio (NA) <sup>5</sup>					
Irrigação superficial	RAS		< 3	3 - 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>		< 3	> 3	
Cloreto (Cl) <sup>5</sup>					
Irrigação superficial	meq L <sup>-1</sup>		< 4	4 - 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq L <sup>-1</sup>		< 3	> 3	
*Cálcio	meq L <sup>-1</sup>	0 - 20			
*Magnésio	meq L <sup>-1</sup>	0 - 5			
*Carbonatos	meq L <sup>-1</sup>	0 - 0,1			
*Sulfatos	meq L <sup>-1</sup>	0 - 20			
Outros íons que afetam culturas sensíveis					
Nitrogênio (N - NO <sup>3</sup> ) <sup>6</sup>	mg L <sup>-1</sup>		< 5,0	5 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) (para aspersão convencional)	meq L <sup>-1</sup>		< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH				Faixa normal: 6,5 - 8,4	

Fonte: Adaptada da University of California Commite of Consultants (1974) Ayers; Westcot (1999)

NOTAS:

<sup>2</sup>CEa - Condutividade elétrica da água, em dS m<sup>-1</sup> a 25<sup>o</sup>C

<sup>3</sup>SDT = Sódio Totais Dissolvidos (mg L<sup>-1</sup>)

<sup>4</sup>RAS significa Relação de Adsorção de Sódio representada algumas vezes, como Rna. Para determinado valor de RAS, a velocidade de infiltração aumenta a medida que aumenta a salinidade. Avalia-se o problema potencial de infiltração através da RAS e da CEa

<sup>5</sup>A maioria das culturas arbóreas e plantas lenhosas é sensíveis ao sódio e ao cloreto; no caso de irrigação por superfície se usam os valores indicados

<sup>6</sup>Significa nitrogênio em forma de nitrato expresso em termos de nitrogênio elementar

\* Elementos necessários nas análises de laboratórios para uso de diretrizes técnicas (RICHARDS, 1954)



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características físicas da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá

Algumas características físicas da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá, são mostradas na Tabela 2. Em relação à extensão territorial individual, Barra de Santa Rosa, com 825,097 e Tenório, com 105,270 km<sup>2</sup>, são os municípios detentores da maior e menor área territorial, respectivamente. A altitude média dos municípios é de 545,6m. Teixeira, com 768m, se situa na posição mais alta em relação ao nível do mar; Cabaceiras é o município de mais baixa altitude, com 388m, cujos rios Taperoá e Paraíba se encontram ao desaguardem no açude Epitácio Pessoa, o maior e mais importante reservatório hídrico da bacia do Rio Paraíba.

Os dados levantados referentes à situação hidrológica da sub-bacia do Rio Taperoá, indicam baixa pluviosidade com altos índices de evaporação, mantendo a média da Bacia do Rio Paraíba, na qual está inserida; as chuvas ocorrem em um período curto do ano e de forma irregular, chovendo muito em pouco tempo, intercalando com grandes espaços de estiagem; os municípios Teixeira e Cabaceiras apresentam o maior e o menor índice pluvial, 714,6 e 333,6 mm ano<sup>-1</sup>, respectivamente, este último classificado o mais baixo do País.

O maior índice de precipitação pluviométrica do Estado da Paraíba está na cidade de João Pessoa, capital do estado, com 1.770,1 mm ano<sup>-1</sup>, seguido por Mataraca e Alhandra, com 1.728 e 1.677 mm ano<sup>-1</sup>, respectivamente (AESAs, 2006). A cidade de Calçoene, no Amapá, foi identificada como o local mais chuvoso do Brasil, com precipitação média anual de 4.165 mm ano<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2006); o volume de precipitação na sub-bacia do Rio Taperoá, segundo média histórica, está em torno de 3.858.274.455,2 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, atingindo uma população de 168.863 habitantes. Miranda (2004) analisou o ranking da UNESCO envolvendo 180 países sobre a quantidade anual de água disponível per capita; em que o Brasil surge na 25ª posição, com 48.314 m<sup>3</sup> hab<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; para a Agência Nacional das Águas, este número é da ordem de 30.000 m<sup>3</sup> hab<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. As situações mais

críticas estão em algumas bacias litorâneas do Nordeste e no Alto Tietê, São Paulo, com disponibilidades inferiores a  $700 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ; enquanto na região Norte esses valores se situam entre  $150.000 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  a 1,8 milhão  $\text{m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , dependendo do critério adotado no tamanho da região observada.

Tabela 2. Características físicas da sub-bacia do Rio Taperoá

Cidade	Área (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Precipitação (mm)
Assunção	126,000	573	505,6
Barra de Santa Rosa	825,097	457	369,7
Boa Vista	476,539	493	416,3
Cabaceiras	400,222	388	333,6
Cacimbas	142,926	645	505,6
Desterro	179,388	591	498,9
Gurgão	343,214	491	485,5
Juazeirinho	467,000	553	522,3
Junco do Seridó	170,415	590	522,3
Livramento	283,155	584	505,6
Olivedos	317,900	559	471,0
Parari	128,483	495	505,6
Pocinhos	629,521	646	382,3
Salgadinho	184,237	420	435,8
Santo André	225,166	523	521,1
São João do Cariri	701,856	458	381,4
São José dos Cordeiros	417,744	527	554,5
Seridó	276,460	631	464,3
Serra Branca	737,743	493	532,8
Soledade	560,062	521	391,2
Taperoá	639,959	532	505,6
Teixeira	114,437	768	714,6
Tenório	105,270	610	522,3
Total	8.452,800		
Média	367,500	545,6	480,3
Máximo	825,100	768,0	714,6
Mínimo	105,270	388,0	333,6

Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003)

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2006)

## 4.2 Características socioeconômicas da sub-bacia do Rio Taperoá

Em 2005, a sub-bacia do Rio Taperoá contava com um contingente de 168.863 habitantes, correspondendo a 4,69% da população total do Estado, que é de 3.595.886 habitantes (IBGE, 2005). A distribuição da população na sub-bacia é bastante equilibrada, 51,46% habitam na zona urbana e 48,54% na zona rural, porém se deve salientar que em alguns municípios este equilíbrio não ocorre dando, assim, a característica de mais urbanos e a outros mais rurais; neste cenário se observa que os municípios de Assunção, Soledade, Teixeira e Serra Branca, são os mais urbanizados, apresentando os maiores coeficientes na relação entre o número de habitantes urbanos e o número de habitantes rurais; já os municípios de Salgadinho, Cacimbas, Santo André, Parari e São José dos Cordeiros, são os mais rurais, haja vista que possuem os maiores coeficientes entre a relação do número de habitantes rurais pelo número de habitantes urbanos.

Os municípios mais representativos, em termos populacionais, da sub-bacia do Rio Taperoá, são Juazeirinho, com 15.597 habitantes, representando 9,23% da população, seguido de Pocinhos com 8,95%; Taperoá com 7,99%, Soledade com 7,47% e Teixeira com 7,33% do total de habitantes; esses cinco municípios possuem 40,99 % do contingente populacional total da sub-bacia. Os municípios com os menores números de habitantes, são: Parari, com 0,86% de pessoas residentes, Tenório com 1,51%, Gurjão com 1,54% e Santo André com 1,59%. A população desses cinco municípios representa, juntos, 5,51% do total da sub-bacia (Tabela 3).

Com relação à densidade demográfica, ou seja, a razão entre a área do município e sua população verifica-se que a da sub-bacia do Rio Taperoá é relativamente baixa em relação á do Estado da Paraíba, que é de 63,71 hab km<sup>2</sup>. Considerando-se a área territorial total dos municípios que compõem a sub-bacia, que é de 8.452,8 km<sup>2</sup>, contra 5.668,25 km<sup>2</sup> de área real de drenagem a sub-bacia possuía, no ano de 2005, densidade demográfica de 25,1 hab/km<sup>2</sup>; o município de Teixeira com 108,3 hab/km<sup>2</sup> foi o que apresentou o maior valor, seguido de Cacimbas, com 48,3 hab/km<sup>2</sup>, Desterro, com 46,5 hab/km<sup>2</sup> e Junco do Seridó, com 35,8 hab/km<sup>2</sup>. Os municípios com menores densidades são: São João do Cariri,

com 6,7 hab/km<sup>2</sup>, Gurjão com 7,6 hab/km<sup>2</sup> e São José dos Cordeiros, com 8,9 hab/km<sup>2</sup> (Tabela 3).

O Produto Interno Bruto-PIB, ou seja, a soma de todos os bens e serviços produzidos na sub-bacia do Rio Taperoá no ano 2003, foi de R\$ 374.479 milhões e o PIB *per capita* ficou em R\$ 2.217 milhões contra R\$ 1.996 milhões no ano de 2001 (PERH-PB, 2005) indicando um crescimento de 11,07% no período. Esses resultados mostram que o PIB da sub-bacia em estudo representou 2,73% na economia estadual, que foi de 13.710.913 bilhões (IBGE, 2003). O município de maior PIB da sub-bacia foi Boa Vista, R\$58.776 milhões, representando 15,69% do total, seguido de Seridó, com R\$32.896 milhões (8,78%), Juazeirinho com R\$32.866 milhões (8,77%), Soledade com R\$31.413 milhões (8,38%) e Pocinhos, com R\$27.894 milhões (7,44%). O maior PIB *per capita* municipal foi do município de Boa Vista, com R\$10.711 milhões, devido ao valor adicionado da sua indústria extrativista mineral, que foi significativamente elevado em relação aos outros municípios e por este possuir uma população relativamente menor em relação aos outros municípios, 5.487 habitantes (Tabela 3).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador do nível de atendimento das necessidades humanas básicas; envolve a medição de três aspectos, a partir de índices de longevidade, educação e renda, que variam entre 0 (pior) e 1 (melhor); a combinação desses índices, ponderados igualmente, gera um indicador síntese. Quanto mais próximo de 1, maior será o nível de desenvolvimento humano do país ou região. Para efeito de análise comparativa, o índice de desenvolvimento é disposto em três categorias: de 0 a < 0,5 Baixo Desenvolvimento Humano; de 0,5 a < 0,8 Médio Desenvolvimento Humano e de 0,8 a 1 Alto Desenvolvimento Humano. Em 2003, a sub-bacia do Rio Taperoá possuía IDH médio de 0,610 (Tabela 3) que, segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2006a) é considerado de médio desenvolvimento. A cidade com o mais alto índice é Boa Vista, 0,688, e o mais baixo índice pertence a Cacimbas, com 0,494, sendo o único município em toda a sub-bacia, considerado de baixo desenvolvimento.

A título comparativo com os dados da sub-bacia do Rio Taperoá, cita-se que o IDH do Estado da Paraíba era no ano de 2002, de 0,678. No Brasil, o maior IDH pertence ao município de São Caetano do Sul, SP, com valor igual a 0,919, e o menor pertence ao

município de Manari, no Estado de Pernambuco, com valor de 0,467. Segundo PERH-PB (2005) o índice de desenvolvimento humano médio na sub-bacia do Rio Taperoá deverá melhorar atingindo, no ano 2023, o valor de 0,720.

Tabela 3. Características socioeconômicas da sub-bacia do Rio Taperoá

Cidades	População (hab.)	Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> )	*Produto Interno Bruto (PIB ) (R\$ 1.000)	**Índice de Des. Humano- (IDH)
Assunção	3.254	25,8	6.053	0,611
Barra de St <sup>a</sup> Rosa	12.189	14,8	20.406	0,575
Boa Vista	5.487	11,5	58.776	0,688
Cabaceiras	4.259	10,6	8.553	0,682
Cacimbas	6.908	48,3	10.491	0,494
Desterro	8.339	46,5	13.438	0,575
Gurgão	2.602	7,6	5.817	0,639
Juazeirinho	15.597	33,4	32.866	0,581
Junco do Seridó	6.093	35,8	11.276	0,594
Livramento	7.335	25,9	12.169	0,586
Olivedos	3.070	9,7	5.570	0,627
Parari	1.462	11,4	2.636	0,629
Pocinhos	15.117	24,0	27.894	0,592
Salgadinho	2.894	15,7	4.577	0,564
Santo André	2.685	11,9	4829	0,626
São J. do Cariri	4.689	6,7	9.191	0,674
São J. Cordeiros	3.731	8,9	6.444	0,631
Seridó	9.880	35,7	32.896	0,575
Serra Branca	12.209	16,5	20.053	0,662
Soledade	12.616	22,5	31.413	0,639
Taperoá	13.495	21,1	22.773	0,575
Teixeira	12.393	108,3	20.617	0,624
Tenório	2.559	24,3	5.741	0,570
TOTAL	168.863			-
MÉDIA	7.341,9	25,1	16.281,70	0,610

Fonte: IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003)

\* IDEME - Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba (1999-2002)

\*\* PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (2005)

### 4.3 Disponibilidade de água na sub-bacia do Rio Taperoá

Em geral, as águas disponíveis na sub-bacia do Rio Taperoá, são constituídas das águas pluviais e águas provenientes do abastecimento pela companhia estadual CACEPA, sendo as pluviais as que mais contribuem para a referida sub-bacia. O volume nela captado e em seu entorno é, em média, de 3.858.274.455 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 4), o que permite dizer que cada habitante dispõe de água na ordem de 22.848 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> hab<sup>-1</sup>, destinados para consumo doméstico, agricultura, pecuária e aos processos de evaporação, evapotranspiração e infiltração.

Tabela 4. Disponibilidade pluvial da sub-bacia do Rio Taperoá

Cidades	Disponibilidade de água pluvial (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Percentual consumido por município
Assunção	63.705.600	0,47
Barra de Sta Rosa	305.038.360	0,38
Boa Vista	198.383.185	0,34
Cabaceiras	133.514.059	0,41
Cacimbas	72.263.385	0,81
Desterro	89.496.673	0,83
Gurgão	166.630.397	0,25
Juazeirinho	243.914.100	0,53
Junco do Seridó	89.007.754	0,59
Livramento	143.163.168	0,48
Olivedos	149.730.900	0,19
Parari	64.961.004	0,31
Pocinhos	240.665.878	0,58
Salgadinho	80.290.484	0,34
Santo André	117.334.002	0,30
S. João do Cariri	267.687.878	0,22
S. José Cordeiros	231.639.048	0,17
Seridó	128.360.378	0,63
Serra Branca	393.069.470	0,30
Soledade	219.096.254	0,53
Taperoá	323.563.270	0,43
Teixeira	81.776.680	1,20
Tenório	54.982.521	0,47
<b>TOTAL:</b>	<b>3.858.274.455</b>	

Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2006)

Segundo Carvalho (2006), 92% das águas pluviais que caem no Semi-Árido Nordeste são consumidos pela insolação, evaporação e evapotranspiração, enquanto em áreas de mesmas características, existentes nos Estados Unidos e Israel, esta perda é de 45%. Com base nesta informação, diz-se que na sub-bacia do Rio Taperoá o aproveitamento das águas de chuvas na alimentação dos rios, lagoas, açudes e sistema de drenagem, é efetivamente de  $308.661.956,4 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  (8% do total precipitado) o que proporciona uma queda na disponibilidade de  $22.848 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} \text{ hab}^{-1}$ , para  $1.828 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} \text{ hab}^{-1}$  o que, segundo Clarke; King (2005) faz esta região ser classificada de insuficiência hídrica.

Para elaboração da Tabela 5 se obtiveram junto à CAGEPA (2005) informações sobre número de habitantes urbanos atendidos, disponibilidade bruta de água, disponibilidade real de água consumida por município e perdas na distribuição de água em 16 municípios da sub-bacia, monitorados pela mesma (1- Barra de Santa Rosa até 16- Teixeira). Na ponderação dos resultados se encontrou um consumo médio de 75 litros por pessoa/dia, com perda de  $1.928.052 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  (36,85%) no processo de distribuição. Observa-se, na mesma tabela, que dos  $4.281.715 \text{ m}^3/\text{ano}$  de água disponibilizada pela CAGEPA para o consumo humano na sub-bacia,  $1.928.052 \text{ m}^3/\text{ano}$ , ou seja, 36,85% desta água foram desperdiçados durante o processo de distribuição; em uma região em que o consumo médio diário por pessoa é de 75 litros, este desperdício é suficiente para atender às necessidades diárias de 70.431 pessoas.

Tabela 5. Demonstrativo do processo de abastecimento de água da população urbana na sub-bacia do Rio Taperoá

Cidade	Disponível Urbano m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>	População Urbana	Perda da água disponível p/ consumo		Consumo real urbano m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>	Consumo diário L/Pessoa
			%	m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>		
1-B. de Sta. Rosa	423.456	6.216	49,64	210.204	213.252	
2-Boa Vista	203.352	2.469	57,88	117.700	85.652	
3-Cabaceiras	144.000	1.789	41,97	60.437	83.563	
4-Cacimbas	84.000	1.451	36,85	30.954	53.046	
5-Desterro	192.000	4.420	36,85	70.752	121.248	
6-Gurgão	63.900	1.561	15,32	9.789	54.111	
7-Juazeirinho	706.800	7.954	68,9	486.985	219.815	
8-Livramento	132.000	3.081	36,85	48.642	83.358	
9-Olivedos	51.600	1.289	36,85	19.015	32.585	
10-Pocinhos	303.264	7.558	35,52	107.719	195.545	
11-São J. do Cariri	89.328	1.969	16,19	14.462	74.866	
12-S. J. Cordeiros	46.860	1.157	13,7	6.420	40.440	
13-Serra Branca	406.980	7.814	41,49	168.856	238.124	
14-Soledade	388.056	8.831	27,9	108.268	279.788	
15-Taperoá	300.000	7.962	36,85	110.550	189.450	
16-Teixeira	324.000	8.179	36,85	119.394	204.606	
17-Assunção*	122.701	2.343	36,85	45.215	77.485	
18- Junco Seridó*	185.072	3.534	36,85	68.199	116.873	
19- Tenório*	68.342	1.305	36,85	25.184	43.158	
20- Seridó*	196.593	3.754	36,85	72.445	124.149	
21- Santo André*	29.536	564	36,85	10.884	18.652	
22- Parari*	25.766	492	36,85	9.495	16.271	
23- Salgadinho*	17.596	336	36,85	6.484	11.112	
TOTAL	4.281.715	86.028		1.928.052	2.353.663	
MÉDIA			36,85			75

Fonte: CNM – Confederação Nacional dos Municípios (2005)

CAGEPA – Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (2005)

\* Cidades com volume de água calculado

Considerando que a quantidade mínima de água recomendada para o consumo humano deva ser de 126 l/dia por pessoa (Suassuna, 1998), o consumo da sub-bacia do Taperoá apresenta um déficit de 51 litros. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do Ministério das Cidades, citado pelo PNUD (2006b), e o Relatório Técnico Marco Zero do PROÁGUA/Semi-Árido (2005), afirmam que o consumo médio de água no Nordeste por pessoa é de 107,3 l/dia; diante deste dado, o déficit da sub-bacia em relação à Região Nordeste é de 32,3 l/dia por pessoa, quando se trata dos habitantes da zona urbana.



#### 4.4 Demanda hídrica da sub-bacia do Rio Taperoá

Inicialmente, as demandas de água para as várias finalidades podem, ser classificadas em uso consuntivo (abastecimento de água humano, animal, irrigação, industrial, piscicultura e carcinocultura) e uso não-consuntivo (água para geração de energia elétrica e navegação). Tendo em vista os dados disponíveis da sub-bacia, neste estudo se consideram apenas as demandas de água para abastecimento humano, pecuária e irrigação.

O valor total da demanda de água encontrado para a sub-bacia do Rio Taperoá foi igual a 8.301.989,96 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>. Obtiveram-se os dados da CAGEPA (2005), para o consumo humano, do IBGE (2003) e UNIAGUA (2007), para o consumo animal; e a AESA (2004), forneceu dados para a irrigação. Simulando a demanda de consumo humano de 75 litros/dia, ou seja, 4.622.624,62 m<sup>3</sup>/ano, com dados fornecidos pelo PNUD (2006b), de 107,3 l/dia e se mantendo as outras informações de pecuária e irrigação, a demanda total para o ano de 2003 atingiu o montante de 10.292.800,3 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>.

Ao se usar informações de 19 municípios da mesma sub-bacia, PERH (2006), cita que a demanda de água no ano de 2003 foi de 12.109.481 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> e faz uma projeção para os anos de 2013, de 11.140.390 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, e para 2023 de 10.237.402 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, incluindo o consumo com a indústria (291.371 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>) e não considerando o consumo com as aves (143.497,9 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>). Ressalta-se que neste trabalho não se levou em conta o consumo de água exigido pela indústria.

#### 4.4.1 Demanda hídrica para consumo humano

De acordo com as informações disponibilizadas pela CAGEPA (2005), sobre o fornecimento bruto de água para a população urbana de 16 municípios da sub-bacia do Rio Taperoá Tabela 6, obteve-se uma demanda bruta por pessoa de 136,35 litros/dia, a qual foi utilizada para complementar as informações sobre os outros 7 municípios que compõem a referida sub-bacia e que, apesar de terem abastecimento público Municipal, não são monitorados pela CAGEPA (Assunção, Junco do Seridó, Parari, Salgadinho, Santo André, Seridó e Tenório).

Tabela 6. Volume de água fornecido pela CAGEPA para a população urbana da sub-bacia do Rio Taperoá

Água fornecida CAGEPA m <sup>3</sup> /hab/ano	População urbana	Demanda bruta litro/hab/dia
4.281.715	86.028	136,35

A população rural da sub-bacia é de 82.835 habitantes; admitindo-se os mesmos dados de consumo de água encontrados para a população urbana, 75 l/dia, verifica-se que a quantidade de água utilizada para consumo doméstico pelas populações rural e urbana da sub-bacia do Rio Taperoá, é da ordem de 4.622.624,62 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> Tabela 7.

Tabela 7. Consumo de água para abastecimento humano da sub-bacia do Rio Taperoá

Número de habitantes			Consumo diário		Consumo total SBRT m <sup>3</sup> /ano
Urbano	Rural	Total	Litros/hab/dia	m <sup>3</sup> /hab/dia	
86.028	82.835	168.863	75	12.664,72	4.622.624,62

Em todas as sedes dos municípios da sub-bacia do Rio Taperoá existe água tratada ou semitratada. Um dos maiores problemas observados no tocante ao abastecimento d'água nos centros urbanos, está relacionado à deficiência da manutenção de alguns

sistemas de distribuição. Por ocasião das secas freqüentes que assolam a região, os colapsos periódicos também prejudicam o abastecimento.

No que diz respeito ao abastecimento de água rural, não há qualquer programa específico do Estado nem das prefeituras municipais, que têm dificuldade em viabilizar esses serviços. Em geral, a população da zona rural se auto-abastece utilizando águas provenientes de cacimbas ou de poços escavados nos leitos dos rios ou riachos, de poços tubulares, equipados com bombas elétricas ou cata-ventos, com ou sem dessalinizadores, além de pequenos açudes ou outros mananciais, de preferência o mais próximo possível do ponto de consumo. Em períodos de crise dessas fontes existem programas sociais que utilizam as cisternas como reservatórios para atender às comunidades mais críticas. A água utilizada pela população não passa por qualquer controle de qualidade e os locais de captação de água, em geral não oferecem garantia de atendimento contínuo.

#### 4.4.2 Demanda hídrica para dessedentação animal

Calculou-se demanda de água para pecuária com base nos dados do censo agropecuário de 2003, realizado pelo IBGE e nas informações do consumo de água por animal fornecidos pela UNIAGUA (2007). O dispêndio com água encontrado foi de 3.630.955 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>; em contrapartida, o PERH PB (2006) demanda água para a sub-bacia do Rio Taperoá, para consumo animal em 1.538.113 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, não se considerando o consumo com as aves. Adotaram-se para o cálculo do valor BEDA, os números do rebanho segundo o censo agropecuário IBGE (2003) tendo-se encontrado o valor de 1.349.906. O município mineiro de Itapeva, que possui população rural próxima à média da população rural da sub-bacia do Rio Taperoá apresenta, na sua pecuária, um valor BEDA de 10.604 (ANA, 2004).

A pecuária é um dos pilares de sustentação econômica da sub-bacia do Rio Taperoá e entorno, com oito espécies que se destacam pela importância econômica, com um contingente de 759.526 animais (incluindo as aves) resultando em uma média de 33.022,9 cabeças por município, gerando uma densidade de 89,8 animais por km<sup>2</sup> quando

se refere à área total da sub-bacia (Tabela 8). Todos os municípios apresentam criadores de caprinos, ovinos, bovinos, suínos, asininos, eqüinos e muares.

Tabela 8. Demanda de água para pecuária na sub-bacia do Rio Taperoá

Cidades	Bovinos*		Eqüinos**		Sui-Cap-Ovi***		Aves****	
	Cab.	(m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Cab.	(m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Cab.	(m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Cab.	(m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )
Assunção	1.344	34.339	362	5.945	2628	15.779	2.499	912
Barra Stª. Rosa	4.510	115.230	1.530	25.130	14.460	88.202	22.850	8.340
Boa Vista	3.520	89.936	411	6.750	18.840	105.284	148.200	54.093
Cabaceiras	3.588	91.673	1.007	16.540	22.149	123.943	4.892	1.785
Cacimbas	1.253	32.014	343	5.633	3.445	21.303	14.836	5.415
Desterro	2.700	68.985	545	8.951	5.853	36.370	15.159	5.533
Gurgão	4.370	111.653	555	9.115	18.762	105.438	4.400	1.606
Juazeirinho	2.800	71.540	542	8.902	6.970	41.090	9.274	3.385
Junco Seridó	1.790	45.734	338	5.551	2.317	15.483	4.088	1.492
Livramento	3.000	76.650	294	4.829	9.820	55.517	4.720	1.722
Olivedos	1.070	27.338	351	5.765	3.157	18.144	3.509	1.280
Parari	1.158	29.586	553	9.083	8.262	47.216	7.350	2.682
Pocinhos	3.400	86.870	728	11.957	22.898	130.557	79.520	29.024
Salgadinho	1.129	28.846	295	4.845	3.336	19.502	3.332	1.216
Santo André	3.000	76.650	465	7.637	11.215	63.373	3.390	1.237
S. J. do Cariri	5.425	138.608	603	9.904	13.895	78.950	7.335	2.677
S. J. Cordeiros	2.200	56.210	405	6.652	7.453	44.473	7.000	2.555
Seridó	1.300	33.215	579	9.510	4.267	24.824	9.564	3.490
Serra Branca	2.626	67.094	1.020	16.753	29.581	164.141	8.197	2.991
Soledade	3.957	101.101	663	10.889	19.250	107.551	6.431	2.347
Taperoá	8.000	204.400	569	9.345	28.884	162.980	9.831	3.588
Teixeira	1.200	30.660	245	4.024	2.089	13.704	12.70	4.551
Tenório	1.395	35.642	190	3.120	4.877	27.977	4.298	1.568
<b>TOTAL:</b>	<b>64.735</b>	<b>1.653.979</b>	<b>12.593</b>	<b>206.840</b>	<b>285.383</b>	<b>1.626.639</b>	<b>393.145</b>	<b>143.497</b>
Demanda total de água para animais = 3.630.955 m <sup>3</sup> /ano								

\*Consumo diário de 70 litros; \*\*Consumo diário de 45 litros (Eqüinos, Asininos e Muares); \*\*\*Consumo diário de 15 litros (Suínos, caprinos e Ovinos); \*\*\*\*Consumo diário de 01 litros

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003)

UNIAGUA – Universidade da Água (2005)

O município de Taperoá se destaca na produção de bovinos, caprinos e ovinos, apesar de Serra Branca ser o maior produtor de ovinos. Merece destaque o número de caprinos produzidos nos municípios de Boa Vista, Cabaceiras, Gurjão, Pocinhos e Serra Branca. A condição precária para a criação de bovinos no semi-árido, faz com que o somatório de suínos, caprinos e ovinos seja superior em 4,4 vezes ao número de bovinos.

#### 4.4.3 Demanda hídrica para agricultura

O estudo de demanda hídrica para irrigação foi realizado com dados fornecidos pelo CERH-PB (2004). Na agricultura, o consumo de água se dá em pequenas lavouras de hortifrutigranjeiro e, segundo a Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, de 06 de agosto de 2003, o volume de água outorgado para irrigação nesta área, foi de 48.410,34 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> Tabela 9. Bartolomeu et al., (2004), asseguram que não há projetos de irrigação significativos na sub-bacia do Rio Taperoá. O PERH (2005), afirma que a demanda de água para agricultura em 2003 na sub-bacia, foi de 9.184.537 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> e projeta esta demanda para o ano de 2023, com tendência de diminuição para 7.317.953 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>.

Tabela 9. Demanda de água para consumo humano, animal e irrigação na sub-bacia do Rio Taperoá em 2003, confrontado com dados do PERH-PB e PNUD (2006b)

Demanda para consumo	Dados fornecidos pelo PERH-PB	Dados (PNUD) com 107,3/litros/dia para consumo humano	Dados encontrados pela pesquisa
Humano	*1.095.460	**6.613.434,96	***4.622.624,62
Animal	*1.538.113	*3.630.955,00	*3.630.955,00
Com irrigação	*9.184.537	*48.410,34	*48.410,34
Com indústria	*291.371		
Total m <sup>3</sup> /ano	12.109.481	10.292.800,30	8.301.989,96

Fonte: \*PERH-PB.(2005) Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba

\*\*PNUD (2006b) – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

\*\*\*CAGEPA – Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba (2005)

As culturas temporárias, ou seja, aquelas sujeitas ao replantio após ter sido realizada a colheita, que são listadas pelo IBGE (2003) são em número de quatorze mas apenas seis se destacam por sua importância econômica e social (feijão, tomate, milho,

mandioca, batata-doce e algodão herbáceo) ocupando, para seu cultivo, uma área de 35.028 hectares, correspondente a 4,1% da área total da referida sub-bacia. As culturas permanentes, isto é, aquelas que ficam vinculadas ao solo, não precisando ser arrancadas para proporcionarem mais de uma colheita ou produção, são em número de dez, mas apenas seis (sisal, algodão arbóreo, castanha de caju, coco-da-baía, banana e manga) se destacam economicamente e ocupam 5.535 hectares de área cultivada, representando 0,65% da área total da sub-bacia do Rio Taperoá. As culturas temporárias e permanentes são cultivadas em 40.563 hectares que correspondem a 4,75% da área total da sub-bacia do Rio Taperoá.

#### 4.5 Demanda de água pluvial para consumo humano, pecuária e irrigação da sub-bacia do Rio Taperoá

Considerando os valores disponibilizados pela CAGEPA (2005), IBGE (2003), PERH (2005) e AESA (2006c) sobre abastecimento urbano, pecuária, irrigação e dados pluviométricos da sub-bacia, respectivamente, o consumo de água humano utilizou 4.622.624,62 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, que representou um comprometimento de 0,12% da precipitação ocorrida na SBHT; a pecuária utilizou 3.440.416,98 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> de água, comprometendo 0,09% e para a irrigação a quantidade de água utilizada foi de 48.410,34 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, comprometendo 0,001% da água pluvial que cai sobre a área da sub-bacia do Rio Taperoá. A soma das demandas expostas representa o total de 8.301.989,96m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 10) que, juntos, demandaram 0,21% do potencial de chuvas que ocorreram na região no período pesquisado.

Com base nas recomendações de Carvalho (2006) que afirma que no semi-árido apenas 8% do total da água pluvial podem ser aproveitados efetivamente, devido à evaporação, para a sub-bacia do Rio Taperoá no ano de 2006 este número foi de 308.661.956,4 m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>. As relações entre disponibilidade e demanda se alteram quando confrontadas com dados obtidos da pesquisa, não se considerando a evaporação. A utilização de água para o consumo humano passa a comprometer 1,50%, a pecuária 1,18 % e a irrigação passa a comprometer 0,016% da água precipitada sobre a área da SBRT. A soma das demandas expostas com vista à evaporação representa o volume de 8.333.872,82

m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> que, juntos, demandaram 2,70% do potencial de chuvas que ocorreu na região no período pesquisado.

Tabela 10. Demanda detalhada por município do consumo de água humano, animal e irrigação da sub-bacia do Rio Taperoá (dados obtidos na pesquisa)

Cidades	* Consumo humano (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	**Consumo animal (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	***Consumo irrigação (m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup> )	Total m <sup>3</sup> ano <sup>-1</sup>
Assunção	244.050	56.975	*	
Barra St <sup>a</sup> Rosa	914.175	236.902	*	
Boa Vista	411.525	256.063	*	
Cabaceiras	319.425	233.941	*	
Cacimbas	518.100	64.365	*	
Desterro	625.425	119.839	*	
Gurgão	195.150	227.812	*	
Juazeirinho	1.169.775	124.917	*	
Junco do Seridó	456.975	68.260	*	
Livramento	550.125	138.718	*	
Olivedos	230.250	52.527	*	
Parari	109.650	88.567	*	
Pocinhos	1.133.775	258.408	*	
Salgadinho	217.050	54.409	*	
Santo André	201.375	148.897	*	
São J. do Cariri	351.675	230.139	*	
S. J. Cordeiros	279.825	109.890	*	
Seridó	741.000	71.039	*	
Serra Branca	915.675	250.979	*	
Soledade	946.200	221.888	*	
Taperoá	1.012.125	380.313	*	
Teixeira	929.475	52.939	*	
Tenório	191.925	68.307	*	
<b>TOTAL:</b>	<b>4.622.624,62</b>	<b>3.630.955</b>	<b>48.410,34</b>	<b>8.301.989,96</b>

Fonte: \* CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (2005)

\*\*IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003)

\*\*UNIAGUA – Universidade da Água (2005)

\*\*\*PERH PB Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)

Em qualquer situação, o consumo de água é pequeno em relação à disponibilidade, o que não condiz com o fato observado já que parte da população, principalmente da zona rural, sofre com a escassez de água potável. Deve-se considerar que parte dessa água é salinizada pelos solos, tornando difícil sua utilização; outra parte, com

melhores características de uso, se localiza distante dos pontos povoados, inviabilizando seu consumo por falta de transporte e armazenamento adequado. As águas de qualidade inferior normalmente são direcionadas para atender ao consumo dos animais e, de acordo com a disponibilidade de água, é possível viabilizar o uso em pequenas irrigações, o que ocorre muito pouco na sub-bacia, principalmente porque nos reservatórios públicos a prioridade de uso da água é para o consumo humano.

#### 4.5.1 Qualidade de água para consumo humano

Para análise da qualidade, as águas foram coletadas em açudes, poços amazonas, cacimbas, barragens e fontes de água corrente, totalizando 199 amostras, em dezesseis municípios que compõem a sub-bacia do Rio Taperoá, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Demonstração da coleta das amostras de água nos diversos tipos de fonte dos 16 municípios da sub-bacia do Rio Taperoá

Município	Açude	Poço amazonas	Cacimba	Barragem	Água corrente	Total por município
Assunção	12					12
Boa Vista	8		1	2	5	16
Cabaceiras	4	5	3		1	13
Gurgão	10	2				12
Juazeirinho	2					2
Livramento	9					9
Olivedos	2					2
Parari	10	9	2			21
Santo André	9	2	1			12
S. J. do Cariri	21	9	2	1	1	34
S. J. Cordeiros	5	8	3			16
Seridó	1					1
Serra Branca	13	9			1	23
Soledade	9					9
Taperoá	14	1			1	16
Tenório	1					1
Total / fonte	130	45	12	3	9	199



De acordo com os valores obtidos dos parâmetros físico-químicos sólidos dissolvidos totais (SDT), pH, sódio e cloretos e se considerando, ainda os padrões exigidos pela Portaria 518/04, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, 131 (65,8%) amostras de água foram classificadas como “sem restrição” e 68 (34,2%) delas como “tendo restrição”; essas últimas foram excluídas de uma análise posterior mas enquadradas em águas restritas ao consumo humano Tabela 12.

Classificando as águas conforme os seus valores de pH, tem-se que apenas duas amostras coletadas nas fontes n.º. 023 e n.º. 118, localizadas nos municípios de Boa Vista e São João do Cariri, respectivamente, apresentaram restrição, o que demonstra que as águas superficiais e subsuperficiais da sub-bacia do Rio Taperoá possuem alto nível de aceitação para consumo humano, em relação ao referido parâmetro.

Nenhuma das amostras de água analisadas ultrapassou, simultaneamente, os limites permitidos dos quatro parâmetros acima citados.

Tabela 12. Qualidade da água para consumo humano em função dos parâmetros SDT, pH, sódio e cloretos, segundo a Portaria n.º 518/04 do Ministério da Saúde

Qualidade da água (Portaria 518/04 Ministério da Saúde)	Amostras		Parâmetros
	Número	%	
Sem restrição	131	65,8	SDT, pH, Sódio e Cloretos
Com restrição	68	34,2	SDT, pH, Sódio e Cloretos
	42	21,2	Cloretos, Sódio e STD
Com restrição por parâmetro na mesma amostra	19	9,5	Cloretos, Sódio e pH
	5	2,5	Cloretos e Sódio
	2	1,0	Sódio e STD

#### 4.5.1.1 Fontes de água com restrição para consumo humano

Observou-se, no conjunto das amostras de água com restrições para consumo humano, que 31 delas foram provenientes de poços amazonas, 26 de açudes, 6 de cacimbas, 4 de água corrente e 1 de barragem. A Tabela 13 mostra o número de amostras de água proveniente de diversos tipos de fontes, que apresentam restrição ao consumo humano devido aos parâmetros de SDT, pH, Sódio e Cloretos, considerados isoladamente.

Tabela 13. Fontes de água com restrição para consumo humano na SBRT

Tipos de fontes	Parâmetros			
	SDT	pH	Sódio	Cloretos
Poço amazonas	26		30	30
Açude	11	1	14	24
Cacimba	5		5	6
Barragem	1		1	1
Água corrente	3	1	3	3
Total	46	2	53	64
Percentual	23,1	0,1	26,6	32,2

A água apresenta restrição para consumo humano quando sua classificação desobedece a pelo menos um dos parâmetros do Ministério da Saúde; assim, observou-se, que 41 amostras apresentaram restrição em três parâmetros; 9 amostras em dois parâmetros e 18 amostras indicaram restrição em 1 parâmetro (Tabela 14). São João do Cariri foi o município com o maior número de amostras de água com restrições e em Tenório não foi encontrada nenhuma água com restrição.

Tabela 14. Classificação das águas da SBRT para consumo humano, agrupadas por três, duas e uma restrição por amostra, segundo padrões do Ministério da Saúde

Municípios	Amostras			
	3 Restrições	2 Restrições	1 Restrições	Total
Assunção	1	2	4	7
Boa Vista	2	1	3	6
Cabaceiras	7	0	0	7
Gurgão	2	1	1	4
Juazeirinho	0	0	2	2
Livramento	0	0	1	1
Olivedos	0	0	1	1
Parari	8	0	1	9
Santo André	1	0	1	2
São J. do Cariri	7	1	3	11
São J. Cordeiros	1	3	0	4
Seridó	1	0	0	1
Serra Branca	4	0	0	4
Soledade	6	0	0	6
Taperoá	1	1	1	3
Subtotal	41	9	18	68
Percentual	20,6%	4,6%	9,0%	34,2

#### 4.5.2 Qualidade da água para consumo animal

Os parâmetros químicos e físicos que definem os limites de qualidade da água para o consumo animal, são muito variados. As diferentes espécies do reino animal são adaptadas aos seus diversos tipos de habitat e apresentam uma variação pertinente às suas necessidades locais, no que se refere à qualidade da água, no sentido em que o grupo de caprinos e ovinos tem a capacidade de suportar as águas mais salinizadas que os bovinos e estes em relação aos eqüinos e suínos enquanto as aves podem apresentar um índice menor de tolerância à salinidade.

Segundo a Academia Nacional de Ciências dos EUA, as águas para consumo animal são definidas por classe A, B, C, D, E e F. De acordo com os resultados das análises das águas da sub-bacia do Rio Taperoá, as mesmas foram distribuídas nas diferentes classes, conforme está detalhado na Tabela 15. As três amostras de água da classe F, por apresentarem condutividade elétrica acima de 16 dS/m, são consideradas de alto risco e o seu uso não é recomendado para consumo animal; referidas amostras foram coletadas de fontes localizadas nos municípios de Parari, Gurjão e Boa Vista.

Tabela 15. Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para consumo animal segundo normas da Academia Nacional de Ciências dos EUA

Classe	Salinidade (dS/m)	Número de amostras	Percentual
A	< 1,5	152	76,4
B	Entre 1,5 e 5	34	17,1
C	Entre 5 e 8	7	3,5
D	Entre 8 e 11	1	0,5
E	Entre 11 e 16	2	2
F	> 16	3	1,5
Total		199	

#### 4.5.2.1 Qualidade da água por pH e magnésio para consumo animal

Na classificação das águas para consumo animal, além da condutividade elétrica (CEa), se observam, geralmente, o pH e o teor de magnésio.

A Resolução 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, recomenda água para consumo animal com pH entre 6 e 9 igual ao que é indicado para consumo humano em águas de classe 3 REVISTA ANALYTICA, 2006. Dentre as águas coletadas na sub-bacia do Rio Taperoá, 9 amostras (4,5%) não obedeceram a esses critérios.

Segundo Australian Water Resources Council (1969) apud Ayers; Westcot (1999), os níveis de magnésio para consumo animal, tipo ave confinada, suínos, eqüinos, vacas lactantes e ovelhas, não devem ultrapassar os  $250 \text{ mg L}^{-1}$  ( $21 \text{ meq L}^{-1}$ ). De acordo com este critério, das fontes de águas analisadas na sub-bacia do Rio Taperoá 186 foram consideradas aptas para consumo; para bovinos de corte, que possuem tolerância em nível de  $400 \text{ mg L}^{-1}$  ( $33 \text{ meq L}^{-1}$ ) a quantidade apta é de 191 amostras de água; para ovinos adultos alimentados com feno, cuja tolerância é de  $500 \text{ mg L}^{-1}$  ( $41 \text{ meq L}^{-1}$ ), o número de amostras de água aptas sobe para 196 representando 98,5% das fontes pesquisadas; apenas 3 amostras de água foram superiores ao valor máximo permitido de  $500 \text{ mg L}^{-1}$ .

#### 4.5.3 Qualidade da água da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação

Pode-se interpretar a qualidade da água para irrigação pelos métodos da RAS (Razão de Adsorção do Sódio), propostos por Richards (1954); RASaj, razão ajustada conforme Rhoades (1972); RASco, razão corrigida proposta por Suarez (1981); RASp denominada razão prática, proposta por Sposito; Mattigod (1977), e pelo método da UCCC (1974), que utiliza a RAS como indicador de sodicidade, e a CEa (Condutividade Elétrica da Água) para indicar a salinidade (BERNARDO, 1995).

Na Tabela 16 se encontram registrados os totais das amostras de água analisadas por parâmetro individual e sua representatividade, em termos percentuais, comparados com

os padrões estabelecidos pela UCCC. Os dados evidenciam que a grande maioria das amostras observadas apresenta valores dentro dos limites estabelecidos para águas consideradas normais, quando classificadas desta maneira, à exceção dos valores de carbonato (38%). Embora esta característica usada isoladamente não defina a qualidade da água para a irrigação, ressalta-se que águas com carbonatos em excesso provocam sérios prejuízos, principalmente quando se usa agricultura com irrigação localizada, porque o excesso de carbonatos provoca encrustamento nos equipamentos de irrigação e, conseqüentemente, causa entupimento nas tubulações.

Tabela 16. Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, pelos padrões de qualidade estabelecidos pela UCCC, adaptados por Ayers; Westcot (1999)

Características		Valores Normais	Amostras Analisadas	
			Número	%
Conteúdo de sais	CE ( dS/m)	0 - 3,0	177	89
	STD (ml/l)	0 - 2000	178	89
Cátions e Ânions	Ca <sup>++</sup> (meq/l)	0 - 20	195	98
	Mg <sup>++</sup> (meq/l)	0 - 5	159	80
	Na <sup>+</sup> (meq/l)	0 - 40	185	93
	CO <sub>3</sub> (meq/l)	0 - 0,1	76	38
	HCO <sub>3</sub> (meq/l)	0 - 10	195	98
	Cl <sup>-</sup> (meq/l)	0 - 30	177	89
	K (meq/l)	0 - 2	194	97
Outros	pH	6 - 8,4	167	84
	RAS	0 - 15	192	96

#### 4.5.3.1 Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a CEa e SDT

Morais et al. (1998), analisando a salinidade de 1.077 amostras de água da região Semi-Árida do Estado do Rio Grande do Norte, observaram que 56,22% estavam fora dos padrões normais para uso em agricultura irrigada, em virtude da concentração de carbonatos.

Segundo as diretrizes para avaliação da qualidade da água proposta por Ayers; Westcot (1999), 58,79% e 59,79% das águas em estudo (Tabela 17), não apresentam restrição alguma de uso com relação à CEa e SDT (Sais Dissolvidos Totais), respectivamente. Esta avaliação apresentou, em média, 29,62% de amostras com restrição de ligeira a moderada e 10,55% das águas com concentração salina que proporcionam problemas de restrição severa para uso agrícola. As águas da sub-bacia do Rio Taperoá se apresentam de melhor qualidade que as analisadas por Moraes et al. (1998), que obtiveram 33,98 e 34,08% de suas amostras consideradas sem restrição, em relação à CEa e SDT, respectivamente.

Tabela 17. Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a CEa e SDT

Características	Grau de restrição para uso		Amostras Analisadas	
			Número	%
Quanto a CE (dS/m)	< 0,7	Nenhuma	118	59,30
	0,7-3,0	Ligeira a Moderada	58	29,60
	> 3,0	Severa	21	11,10
Quanto a SDT (mg/l)	< 450	Nenhuma	119	59,79
	450 - 2000	Ligeira a Moderada	59	29,65
	> 2000	Severa	21	10,55

As águas com restrições moderada e severa de CEa e SDT (aproximadamente de 40%), Tabela 17, levam para o solo grandes quantidades de sais, via irrigação; esses sais, conseqüentemente, se acumulam na zona radicular das plantas e os seus teores aumentam a cada irrigação. Após o término de uma irrigação, o teor de sais próximo à superfície do solo é aproximadamente igual ao da água de irrigação e vai aumentando com a profundidade do solo, pois os sais se concentram primeiro superficialmente e, com a seqüência de irrigações, são lixiviados através das drenagens para camadas cada vez mais profundas, fato que torna imprescindível a aplicação de uma quantidade de água para irrigação maior que a consumida pelas plantas, sobretudo no período vegetativo, para que este excesso de água possa carrear os sais a profundidades fora do alcance do sistema radicular não afetando, assim, as culturas. A prática de drenagem é conveniente nesses casos, para evitar a

ascensão do lençol freático e, conseqüentemente, o acúmulo de sais na superfície do solo, mais comum em períodos de secas mais intensas, durante as entressafras.

#### 4.5.3.2 Classificação da qualidade das águas da SBRT quanto ao risco de infiltração causado pela sodicidade da água, considerando-se os valores de RAS e CEa

A CEa e a RAS são os valores que avaliam a infiltração quando se refere à qualidade da água para irrigação. Em geral, a infiltração, aumenta com a salinidade e diminui com a sua redução ou com o aumento no teor de sódio em relação ao cálcio e magnésio (RAS); desta forma para se avaliar o efeito final da qualidade da água, deve-se considerar esses dois fatores (AYERS; WESTCOT, 1999). Nas diversas faixas de RAS e CEa analisadas neste estudo, 35,2% apresentam restrição severa, 40,2% têm grau de restrição de ligeira a moderada e somente 23,6% das amostras de água da pesquisa não apresentam risco potencial de problemas de infiltração no solo, contrariando resultados de Morais et al., (1998), que apresentaram valores de 55,52% das águas sem nenhum problema de risco de sodificação .

Do conjunto de águas analisadas, 76,4% (Tabela 18) podem provocar problemas de infiltração com maior ou menor grau de intensidade; esses impasses são facilmente visualizados pois, quando ocorrem, a água aplicada ao solo, seja artificialmente por irrigação ou naturalmente pela chuva, fica sobre o solo por um tempo mais longo ou promove maior escoamento superficial (infiltração muito lenta), com possível encharcamento também na zona radicular das plantas existentes no local; em conseqüência haverá redução na produção em virtude da cultura não ter maior aeração no solo, impedimento no desenvolvimento das raízes na zona onde ocorre a sedimentação da argila e redução da capacidade de absorção da quantidade de água necessária; além disso, ainda ocorrerá formação de crostas superficiais ocasionando problemas de germinação e emergência das plantas.

Pode-se relacionar problemas de permeabilidade de água no solo, no que se refere aos baixos teores de cálcio e magnésio ou sódio alto, em virtude do sódio causar

dispersão das argilas. Scaloppi; Brito (1986) afirmam que este problema também se pode manifestar com valores de CE inferiores a  $0,5\text{dS m}^{-1}$ ; no presente estudo (Tabela 18) encontraram-se 70 amostras de água (35,17%) que podem provocar tal problema.

Tabela 18. Riscos de infiltração causados pela sodicidade da água, considerando-se os valores de RAS e CEa, segundo normas da UCCC

Características			Amostras Analisadas	
RAS	CEa (dS/m)	Grau de restrição para uso	Número	%
0-3	>0,7	Nenhuma	5	2,5
	0,7-0,2	Ligeira a Moderada	40	20,1
	<0,2	Severa	69	34,7
3-6	>1,2	Nenhuma	12	6,0
	1,2-0,3	Ligeira a Moderada	27	13,6
	<0,3	Severa	0	0,0
6-12	>1,9	Nenhuma	24	12,1
	1,9-0,5	Ligeira a Moderada	12	6,0
	<0,5	Severa	1	0,5
12-20	>2,9	Nenhuma	4	2,0
	2,9-1,3	Ligeira a Moderada	1	0,5
	<1,3	Severa	0	0,0
20-40	>5,0	Nenhuma	2	1,0
	5,0-2,9	Ligeira a Moderada	0	0,0
	<2,9	Severa	0	0,0
51,9 (*)	40,5	Sem escala na UCCC	1	0,5
433,7 (*)	27,2	Sem escala na UCCC	1	0,5

4.5.3.3 Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a toxicidade dos íons sódio e cloreto

Verifica-se, na Tabela 19, que as águas estudadas apresentaram grande número de amostras (45,73%) com elevadas concentrações de sódio, se enquadrando-se nos parâmetros ligeiramente a moderado e severa restrição, independente do método de irrigação a ser utilizado. As águas que não apresentam restrições (54,27%) também podem causar problemas pois a toxicidade devida aos íons de sódio pode manifestar-se mesmo



quando esses íons se encontram em quantidades relativamente baixas. Deve-se lembrar, ainda que, no geral, os problemas de toxicidade, complicam e complementam os problemas de salinidade e permeabilidade, pois a acumulação dos íons em concentrações tóxicas e seus efeitos não acontecem imediatamente e os sintomas visuais dos danos demoram a ser observados. O surgimento de tal problema dependerá do tempo, da concentração, da tolerância da cultura e do volume de água transpirada.

Tabela 19. Classificação das águas da SBRT, considerando-se os íons sódio e cloreto e o método de irrigação a ser utilizado

Características	Grau de restrição para uso	Amostras analisadas		
		Número	%	
<b>Irrigação por Superfície</b>				
Quanto ao Sódio (meq/l)	< 3,0	Nenhuma	108	54,27
	3,0-9,0	Ligeira a Moderada	44	22,11
	> 9,0	Severa	47	23,62
Quanto ao Cloreto (meq/l)	<4,0	Nenhuma	119	59,78
	4,0-10	Ligeira a Moderada	31	15,58
	>10	Severa	49	24,62
<b>Irrigação por Aspersão</b>				
Quanto a Sódio (meq/l)	< 3	Nenhuma	108	54,27
	>3	Ligeira a Moderada	91	45,73
Quanto ao Cloreto (meq/l)	<3	Nenhuma	108	54,27
	>3	Ligeira a Moderada	91	45,73

Com relação à toxicidade pelo íon cloreto (Tabela 19) verificou-se, nas águas estudadas, que 40,20% das amostras se enquadraram no parâmetro ligeiramente a moderado e severa restrição. Quando o método de irrigação utilizado é por aspersão, o percentual de amostras nesse parâmetro (ligeira a moderada) é de 45,73%. A quantidade de amostras que não apresentam restrições para irrigação superficial e por aspersão, é de 59,78 e 54,27%, respectivamente. Mesmo para essas águas que não oferecem perigo de toxicidade, deve-se ter um manejo adequado porque os íons cloreto podem manifestar-se mesmo quando se encontram em quantidades relativamente baixas. Esses íons presentes na água de irrigação provocam, com frequência, toxicidade nas culturas, por não serem adsorvidos pelas partículas do solo; no entanto, por serem muito móveis, são facilmente

absorvidos pelas raízes das plantas e translocados até as folhas, onde se acumulam devido à transpiração, sendo este problema mais intenso nas regiões de climas quentes, em que as condições ambientais favorecem alta transpiração.

O tipo de irrigação a ser utilizado também apresenta maior ou menor intensidade de absorção do cloreto, ou seja, quando da utilização do método de irrigação por aspersão a toxicidade é mais rápida haja vista que a absorção é realizada diretamente pelas folhas; esta absorção pode ser afetada pela qualidade da água que está sendo usada e também pela capacidade da planta em excluir o conteúdo desse íon no solo, o qual se controla com a lixiviação que é um processo realizado com o aumento do volume de água nas etapas de irrigação onde a salinidade é dissipada para camadas mais profundas do solo mantendo a zona radicular com pequena quantidade de sais para não prejudicar o desenvolvimento das culturas.

#### 4.5.3.4 Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação considerando-se os problemas provocados por bicarbonato e pH

Das águas estudadas, 50,25% não apresentaram restrição com relação ao bicarbonato; 47,74% mostraram problemas classificados como de ligeira a moderada restrição e 2,01% com severa restrição (Tabela 20). Apesar de mínimo o número de amostras com severa restrição de uso, essas águas devem ser evitadas, principalmente se o sistema de irrigação utilizado for por aspersão, devido aos constantes problemas de incrustações que o bicarbonato provoca sobre as flores, folhas e frutos originando, com isto, dificuldades na comercialização dos produtos, em virtude da má aparência. Problemas também podem ser observados em águas com baixos teores desse íon, caso a evaporação seja elevada e a umidade relativa menor que 30% (AYERS; WESTCOT, 1999), mas são minimizados (ou solucionados) quando a irrigação é realizada à noite e no manejo se reduz a frequência e se aumenta a velocidade de rotação do aspersor, porque a velocidade influi na precipitação lançada sobre o terreno em cada instante, ou seja, quanto maior a velocidade menor será a precipitação instantânea sobre determinado ponto do círculo

molhado e, conseqüentemente, menor será o risco provocado pelo encharcamento do terreno.

Outro problema provocado pela presença do bicarbonato na água é a formação de camadas compactadas no solo com a conseqüente redução da infiltração e da permeabilidade da água através do perfil; tal se dá por haver, nas águas ricas em bicarbonato tendência de precipitação, sobretudo do cálcio na forma de carbonato sempre que a solução do solo se torna mais concentrada, aumentando o risco de sodicidade.

O pH é uma característica de todas as substâncias, que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade, determinado pela concentração de íons de hidrogênio. No caso das águas para irrigação, o pH normal se situa entre 6,5 e 8,4 (AYERS; WESTCOT, 1999). A água com pH anormal pode indicar a presença de íons tóxicos e, no solo, ela provoca desequilíbrios de nutrição nas plantas. Das águas analisadas na sub-bacia do Rio Taperoá, 167 amostras (83,92%) se encontram com valores normais de pH para uso em irrigação, Tabela 20.

As mudanças provocadas por pH anormal da água de irrigação no solo são lentas e, quando isto ocorre, ao invés de se corrigir o pH da água se corrige o solo, por ser mais prático.

Tabela 20. Classificação da qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação em relação aos problemas provocados por bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) e pH

Características	Grau de restrição para uso		Amostras Analisadas	
			Número	%
Quanto ao $\text{HCO}_3$ (meq/l)	< 1,5	Nenhuma	100	50,25
	1,5-8,5	Ligeira a Moderada	95	47,74
	> 8,5	Severa	4	2,01
Quanto ao pH	6,5-8,4	Normal	167	83,92

4.5.3.5 - Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para irrigação, considerando-se a salinidade pelo método de Richards (1954)

A condutividade elétrica (CEa) é o parâmetro usado por Richards para classificar as águas para irrigação quanto ao perigo de salinidade. Os resultados encontrados com as análises de água da sub-bacia do Rio Taperoá (Tabela 21), apresentaram 81 amostras (40,7%) pertencentes à classe C1 (0 – 250 uS/cm); 41 amostras, 20,6% pertencentes à classe C2 (250 – 750 uS/cm); 46 amostras, 23,61% pertencentes à classe C3 (750 – 2.250 uS/cm) e 31 amostras, 15,58%, pertencentes à categoria C4 (> 2.250 uS/cm).

Tabela 21. Classificação das águas da sub-bacia do Rio Taperoá para uso em irrigação, segundo normas de Richards (1954)

Classe	Limites de CEa uS/cm	Perigo de salinidade	Qualidade da água	Amostras analisadas	
				Número	%
C1	< 250	Baixo	Excelente	81	40,70
C2	250 a 750	Médio	Boa	41	20,60
C3	750 a 2.250	Alto	Regular	46	23,12
C4	> 2.250	Muito alto	Ruim	31	15,58
Total				199	100

## 5. CONCLUSÕES

1. A população da sub-bacia do Rio Taperoá é bem distribuída, com 50,9% dos habitantes residindo na zona urbana e 49,1% na zona rural.

2. O PIB da região apresenta baixa participação na economia estadual, contribuindo com 2,73 % na produção de bens e serviços do Estado da Paraíba, enquanto o IDH é de médio desenvolvimento, apresentando apenas um município com baixo índice de desenvolvimento.

3. A disponibilidade de água pluvial na sub-bacia antes da evaporação é estimada em  $22.848 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} \text{ hab}^{-1}$ , para serem usados com consumo doméstico, agricultura e pecuária comprometendo 0,21% das águas captadas. Considerando-se a evaporação da área, essa disponibilidade é de  $1.827 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1} \text{ hab}^{-1}$  e a média de consumo real por habitante foi estimada em 75 litro/dia, o que caracteriza uma insuficiência hídrica na região.

4. A demanda de água para a pecuária é de  $3.630.955 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$  e, para agricultura irrigada, de  $48.410,34 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$ .

5. Quanto aos parâmetros de SDT, pH, sódio e cloretos, 65,8% das fontes analisadas foram classificados como sem restrição para consumo humano. Referindo-se aos mesmos parâmetros de qualidade, 34,2% apresentaram alguma restrição, não sendo indicadas, portanto, para o consumo da população. Em relação às fontes analisadas, os poços amazonas foram os que apresentaram as águas com maiores taxas de restrição para consumo humano; já para consumo animal, 98,5% das fontes analisadas foram classificados aptas.

6. Com relação ao nível de sais, as águas da sub-bacia do Rio Taperoá são consideradas de média qualidade por possuírem mediana de 405 uS/cm.

7. Existem na sub-bacia do Rio Taperoá, problemas quanto à salinidade da água para irrigação, já que apenas 59,3% não apresentaram nenhuma restrição de uso para irrigação; para sodicidade, este valor diminui para 23,6% sem restrição alguma. Considerando-se os valores de RAS (razão de Adsorção do Sódio) com a CEa (Condutividade Elétrica da água), 76% das fontes apresentaram algum tipo de restrição para irrigação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Dados Sobre Perímetro e Geoprocessamento**. 2006. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>. Acessado em 10-08-2006.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento do Volume dos Açudes**. 2006b. Disponível em: <http://www.lmrs-semarh.ufcg.edu.br/hidrico/mapacude.shtml>, Acessado em 10-07-2006.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba **Dados Pluviais**. 2006c. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br/index.php](http://www.aesa.pb.gov.br/index.php). Acessado em 23-10-2006.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba **Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Conforme Resolução N° 1, de 31 de Agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba** Março de 2004. Acessado em 29-09-2006. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/comites/paraiba/proposta.doc>.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of Water and Wasterwater**. 20<sup>th</sup> ed. Washington D. C.: American Public Health Association, 1998. 1569p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica nº 353/SOC. 2004**. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/Resolucoes/resolucoes2004/429NT\\_353\\_05.07.2004\\_Sistema%20Cantareira.doc](http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/Resolucoes/resolucoes2004/429NT_353_05.07.2004_Sistema%20Cantareira.doc). Acessado: em 28-08-2007.

ANAIS XII **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil**, abril 2005, INPE, p. 2511-2518. Disponível em: [marte.dpi.inpe.br](http://marte.dpi.inpe.br) Acessado em 07-07-2006.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Ministério das Minas e Energia. **Bacias Hidrográficas do Brasil**. 2006. Acessado em: 07-09-2006 Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/107.htm>.

ARAÚJO, S. M. **Intr. a Ciência do Ambiente**; Universidade Federal da Paraíba, 2000.

AYERS, R.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. “Water Quality for Agriculture”. FAO. Tradução Gheyi. H. R. & Medeiros, JF de, UFPB.Campina Grande-PB, 217p. 1999.

BARTOLOMEU, de S; SILANS, A. M. B. P.de; SANTOS, J. B. dos. **Contribuição ao Estudo de Desertificação na Bacia do Taperoá**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.2/3, p.292-298, 2004. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. – Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 10-05-2006.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6ª ed. Viçosa; UFV, 1995.

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. **Volumes e Perdas na Unidade de Negócios da Borborema**. Planilha. Gerencia da Divisão de Controle Operacional. 2005. Divisão de Macromedição. Regional de Campina Grande.

CARVALHO, O. **Nordeste Semi-Árido: Nova Delimitação**. Boletim Regional do Ministério da Integração Nacional. Informativo da Política Nacional de Desenvolvimento Regional. 2006.

CERH - PB. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Governo da Paraíba. **Proposta de instituição do comitê das bacias hidrográficas do litoral sul**. Resolução Nº 1, de 31 de agosto de 2003. Publicado 2004. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral\\_sul/proposta.doc](http://www.aesa.pb.gov.br/comites/litoral_sul/proposta.doc). Acessado em: 08-09-2006.

CLARKE, R; KING, J. **O Atlas da Água**. Tradução de Ana Maria Quirino. São Paulo: Publifolha 2005.

CNM – Confederação Nacional dos Municípios. **Perfil Municipal 2005**. Acessado em: 28-02-2006. Disponível em: [http://www.cnm.org.br/dado\\_geral/mumain.asp](http://www.cnm.org.br/dado_geral/mumain.asp)

REVISTA ANALYTICA. Fevereiro/Março de 2006. Nº21. **Artigo**. Disponível em: [http://www.revistaanalytica.com.br/analytica/ed\\_anteriores/21/art06.pdf](http://www.revistaanalytica.com.br/analytica/ed_anteriores/21/art06.pdf)

CRUZ, L. B. S. **Avaliação de um Filtro de Manta Sintética não Tecida Para Irrigação Localizada**. 65p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1996.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Portal. **Distribuição de Água no Planeta**. 2007. Acessado em: 19-06-2007. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/index.html>.

DAKER, A. Irrigação e Drenagem. **A Água na Agricultura**, 3º Volume 7ª Edição. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. 1988.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solos**. Rio de Janeiro 1979. Serviço Nacional de Conservação do Solo.

EMBRAPA – Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Edição Área de Comunicação Empresarial**. 2006. Por Daniel Pereira Guimarães. Acessado em: 28-02-2007. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/noticias/mostranoticia.php?codigo=366>

EMBRAPA. **Semi-Árido**. 2007. Acessado em: 28-02-2007. Disponível em: [http://www.embrapa.br/linhas\\_de\\_acao/ecossistemas/semi\\_arido/index\\_html/mostra\\_documento](http://www.embrapa.br/linhas_de_acao/ecossistemas/semi_arido/index_html/mostra_documento).

FILHO, J. F. M; SOUZA, A. L. V. **O manejo e Conservação do Solo no Semi-Árido Baiano: Desafios Para a Sustentabilidade**. 2006. Acessado em: 17-06-2007 Disponível em: [http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia04\\_v7n3.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia04_v7n3.pdf).

IATROS. **Estatística Descritiva**. 2000. Acessado em 09-06-2006. Disponível em: <http://www.vademecum.com.br/iatros/estdiscritiva.htm>.



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estados.** Paraíba, Temas, Produto Interno Bruto. Referencia 2003. Acessado em: 15-03-2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal. Cereais, Leguminosas e Oleaginosas.** - 2005. Acessado em 30-09-06. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_imprensa.php?id\\_noticia=63](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=63)

IDEME - Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba. 1999-2002. **Informações para a Imprensa.** Acessado em: 22-02 2007. Disponível em: [http://www.ideme.pb.gov.br/pib\\_municipal.pdf](http://www.ideme.pb.gov.br/pib_municipal.pdf).

KURTZ, F. C; ROCHA, J. S. da; KURTZ, S. M. de M; BARACUHY, J. G. de V; NETO, J. D; SILVA, M. B. **Gestão de Bacias Hidrográficas.** Curso de Des. Sustentável Para o Semi-Árido Brasileiro. Modulo 17. Brasília: DF. ABEAS. Campina Grande: UFCG, 2006.

LEITÃO, M. de M. V. B. R. **Secas no Semi-Árido do Nordeste.** ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2005. Curso de Desenvolvimento Sustentável Para o Semi-Árido Brasileiro. Modulo 14.

SEMARHM. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais/SUDEMA – Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente. Paraíba 2000. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba: Região do Cariri Ocidental - Estudos Hidrológicos.** João Pessoa.

SUASSUNA, J. **A Qualidade da Água na Irrigação do Trópico Semi-Árido:** Um Estudo de Caso. 1998. Universidade Federal de Pernambuco.

**SUASSUNA, J. Reporte Brasil. Artigo** - A má distribuição da água no Brasil. 2004. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/imprimir.php?escravo=1&id=239> Acessado em: 17-06-2007.

LACERDA, A. V. de. **Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá**, PB, Brasil. Acta Bot. Bras. Jul/Set. 2005, vol.19, no.3, p.647-656. ISSN 0102-3306.

MENDES, B. V. ABEAS Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. **Recursos Faunísticos**. Brasília: DF. ABEAS. Campina Grande: UFCG, 2006. Curso de Desenvolvimento Sustentável Para o Semi-Árido Brasileiro. Módulo 10.

MING, C. **A Hora e a Vez do Algodão**. Artigo. Disponível em: <http://www.jcsol.com.br/2004/07/04/celsoming.php>. Acessado em 23-10-2006.

MIRANDA, E. E. de. **Água na natureza, na vida e no coração dos homens**. As Águas do Brasil. Campinas, 2004. Acessado em 13 09-2006. Disponível em: <http://www.aguas.cnpm.embrapa.br/natureza/aguabrasil/chuvas.htm>.

MORAIS, S. A. N. de \*; SANTOS, L. R. M.\*\*; CASTRO, M. G. R. de \*\*\*; ALVES, A. V. S.\*\*\*\*. **Parâmetros para consumo de água**. 2005. Acessado em 13 09-2006. Disponível em: <http://www.ualg.pt/5cigpa/comunicacoes/vcibericogpapmsaagsub.doc>.

NORONHA, L. C. **Via Política Informação e Cultura** – Artigos 2006. Disp. em: [http://www.viapolitica.com.br/artigo\\_view.php?id\\_artigo=6](http://www.viapolitica.com.br/artigo_view.php?id_artigo=6). Acesso em 31-08-06.

PELEGRINI, N. N. B; PATERNIANI, J. E. S; PELEGRINI, R. **Água Para Consumo, Um Bem limitado**. FEAGRI - Faculdade de Engenharia Agrícola. UNICAMP. Campinas, SP. 2005.

PERH-PB. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba. **Consultoria Para Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. Cenários, Definições de Objetivos e Identificação de Programas. 2005.

RICHARDS, L. A. (1954). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, U. S. Salinity Laboratory, (USDA. Agriculture handbook, 60)

PNUD – Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento. **Economia**. 2006a. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/mat/2006/11/09/286580388.asp> Acessado em 15-03-2007.

PNUD – Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento. **Entrevista**. 2006b. Disp. <http://www.pnud.org.br/saneamento/entrevistas/index.php?id01=2404&lay=san> Acessado em 28-02 2007.

PROÁGUA - **Programa de Des. Sustentável de Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro**. 2005. Ministério da Integração Nacional. Aces. em: 28-02-2006 Disp. em:[http://www.ana.gov.br/proagua/biblioteca/estudos/marcoZero/Adutora\\_Garrincho.p](http://www.ana.gov.br/proagua/biblioteca/estudos/marcoZero/Adutora_Garrincho.p).

PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea – Paraíba**. Outubro 2005. Ministério das Minas e Energia. Acessado em 12-06-2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/SAOJ178.pdf>.

ROCHA, J. S. M; KURTZ, S. J. M. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4ª Edição. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

SCALLOPI, E. D; BRITO, R. A. L. (1986). **Informe Agropecuário** Qualidade da água e do solo para irrigação. Belo Horizonte, **139**:80-94.

SHIKLOMANOV, I.A. (Ed.), **Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World**. 1.ed. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 1997, 460p

UNIAGUA – Universidade da Água. **Classes das Águas**. Ministério do Meio Ambiente. Resolução N° 357 de 17 de Março de 2005. CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Acessado em: 17-06-2007. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=classe.htm>

UNIAGUA – Universidade da Água. **Água no Planeta**. 2007. Acess. Em: 17-06-2007. Disp. em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=aguaplaneta.htm>.

VISALEGIS – Legislação em Vigilância Sanitária. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Acessado em: 18-06-2007. Disp. em : <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=22322&word>.

WIKIPÉDIA. Enciclopédia Livre **Agricultura**. 2006. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Agricultura\\_moderna](http://pt.wikipedia.org/wiki/Agricultura_moderna) Acessado em 23-10-2006.

WIKIPÉDIA. A Enciclopédia Livre. **Água**. 2007. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua>. Acessado em: 19-06-2007.

Apêndice I. Localização georreferenciada das fontes de águas analisadas da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Assunção	79	Zé Inácio Martins	Barragem de Lindoval	Açude	570	07°	05'	06,1"	36°	44'	05,2"
Assunção	72	Suetonio Vilar	Catolé	Açude	579	07°	00'	38,7"	36°	41'	19,7"
Assunção	74	Tavares Ferreira	Sítio Formigueiro	Açude	579	07°	01'	40,6"	36°	40'	15,9"
Assunção	75	Teodomiro Salvador Assis	Catolé Formigueiro	Açude	576	07°	01'	42,4"	36°	40'	23,2"
Assunção	76	Marcos Ferreira	Catolé	Açude	568	07°	00'	57,8"	36°	41'	02,4"
Assunção	77	Publico	Sede do Município	Açude	556	07°	03'	48,1"	36°	39'	31,9"
Assunção	78	Jaime Ferreira	Fazenda Cachoeira	Açude	578	07°	04'	06,0"	36°	42'	52,5"
Assunção	80	Márcio de Assis Melo	Lagoa do Cavalo	Açude	569	07°	05'	18,4"	36°	44'	11,6"
Assunção	81	Teodomiro Salvador Assis	Sítio Serrinha	Açude	576	07°	06'	44,2"	36°	44'	58,4"
Assunção	82	Antônio Diniz Magalhães	Fazenda Capim Açú	Açude	569	07°	05'	17,8"	36°	43'	54,3"
Assunção	83	Antônio Diniz Magalhães	Fazenda Capim Açú	Açude	553	07°	06'	03,4"	36°	42'	55,4"
Assunção	84	Zé Vicente Ferreira	Sítio Cachoeira	Açude	573	07°	04'	39,5"	36°	43'	00,1"
Boa Vista	107		Praça do Meio do Mundo	Açude	583	07°	09'	13,0"	36°	06'	40,4"
Boa Vista	109	Edvan Leite	Sítio Cachoeirinha	Açude	493	07°	15'	50,0"	36°	14'	12,0"
Boa Vista	110		Estrada de Boa Vista	Açude	512	07°	16'	56,7"	36°	16'	20,8"
Boa Vista	111	Marcondes Silva	Sítio o Cais	Cacimba	474	07°	17'	24,3"	36°	18'	17,3"
Boa Vista	112	Abílio	São Joãozinho	Açude	482	07°	17'	45,8"	36°	18'	52,5"
Boa Vista	113	Noel Pereira	Serrota	Açude	495	07°	18'	28,2"	36°	19'	53,6"
Boa Vista	121	Baba Coutinho	Fazenda Zé da Silva	Açude	493	07°	19'	00,1"	36°	29'	18,1"
Boa Vista	122	Baba Coutinho	Fazenda Zé da Silva	Poço Amazonas	492	07°	18'	22,4"	36°	29'	18,8"
Boa Vista	BV 019	Antônio Fernando Soares	Sítio Riacho do Açude	Água Corrente	504	07°	13'	39,3"	36°	16'	17,2"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Boa Vista	BV 020	Herculano Batista	Fazenda Mandacaru	Água Corrente	510	07°	14'	38,5"	36°	17'	22,5"
Boa Vista	BV 021	José Orlando Carvalho	Sítio Poço do Juá	Água Corrente	510	07°	14'	05,0"	36°	18'	46,8"
Boa Vista	BV 022	Solano Rodrigues	Poço do Juá	Água Corrente	505	07°	14'	15,6"	36°	19'	23,7"
Boa Vista	BV 023		Fazenda José Justino	Água Corrente	516	07°	15'	08,0"	36°	13'	56,7"
Boa Vista	BV 024	José Abraão de Almeida	Sítio Urubu	Açude	500	07°	18'	12,6"	36°	14'	09,8"
Boa Vista	BV 025	Manoel Ricardo de Araújo	Comunidade Bravo	Barragem	480	07°	21'	56,9"	36°	14'	34,8"
Boa Vista	BV 026	Vitorino Almeida	Sítio Urubu	Barragem	518	07°	17'	27,2"	36°	14'	26,8"
Boa Vista	BV 027	Arisfieles Barbosa	Sítio Boa Esperança	Açude	529	07°	13'	28,3"	36°	10'	53,6"
Cabaceiras	CAB02		Forquilha do Rio	Açude	399	07°	31'	55,0"	36°	15'	18,7"
Cabaceiras	CAB03	Maria Verônica Falcão	Sítio Passagem	Poço Amazonas	391	07°	28'	30,7"	36°	17'	17,9"
Cabaceiras	CAB04	Maria Verônica Falcão	Sítio Passagem	Poço Amazonas	390	07°	28'	35,2"	36°	17'	20,2"
Cabaceiras	CAB05	Edmar Borba Amorim	Fazenda Perfaza	Açude	427	07°	30'	17,1"	36°	18'	45,6"
Cabaceiras	CAB06	Edmar Borba Amorim	Fazenda Perfaza	Água Corrente	477	07°	30'	28,5"	36°	21'	40,7"
Cabaceiras	CAB07		Estrada Vaca Branca	Poço Amazonas	453	07°	30'	41,4"	36°	22'	42,3"
Cabaceiras	CAB08	Natalício Ferreira Silva	Sítio Empoeira	Poço Amazonas	435	07°	32'	06,9"	36°	21'	39,3"
Cabaceiras	CAB09	José Geraldo V. Baracuhy	Sítio Maribondo	Açude	398	07°	32'	05,6"	36°	17'	29,1"
Cabaceiras	140	Bartolomeu	Funtainha	Poço Amazonas	478	07°	30'	19,6"	36°	23'	20,3"
Cabaceiras	141	Bartolomeu	Funtainha	Açude	487	07°	30'	04,5"	36°	23'	13,1"
Cabaceiras	142	Geraldo do Bento	Algodoais	Cacimba	482	07°	29'	38,8"	36°	24'	36,7"
Cabaceiras	143	Geraldo do Bento	Algodoais	Cacimba	477	07°	29'	37,0"	36°	24'	36,0"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Cabaceiras	CAB01	Rafael Bernardino	Sítio Inês	Cacimba	413	07°	32'	38,7"	36°	19'	04,9"
Gurjão	56	Público	Sede do Município	Açude	503	07°	14'	48,2"	36°	29'	43,0"
Gurjão	57	Luis Ramos	Água Fria	Açude	507	07°	13'	38,3"	36°	31'	24,3"
Gurjão	58	Ataide Coutinho	Água Fria	Açude	506	07°	13'	50,0"	36°	31'	41,2"
Gurjão	123	José Arimateia Coutinho	São Vicente	Açude	517	07°	13'	09,4"	36°	30'	26,7"
Gurjão	124	José Arimateia Coutinho	São Vicente	Açude	505	07°	13'	31,7"	36°	29'	58,7"
Gurjão	125	Raulino Maracajá	Nova Vista	Açude	518	07°	12'	32,4"	36°	30'	51,2"
Gurjão	126	Juarez Maracajá	Nova Vista	Açude	521	07°	11'	56,1"	36°	30'	48,5"
Gurjão	127	Fábio Farias	Sítio Pedro de Freitas	Poço Amazonas	501	07°	14'	36,7"	36°	29'	09,8"
Gurjão	128	Aldomário Rodrigues	Santa Terezinha	Açude	505	07°	14'	00,7"	36°	29'	09,4"
Gurjão	130	Público	Várzea	Poço Amazonas	497	07°	15'	08,7"	36°	29'	13,8"
Gurjão	129	José M. Cândido Castro	Sítio Várzea	Açude	500	07°	15'	27,9"	36°	29'	13,4"
Gurjão	131	Pedro Medeiros	Fazenda Capoeiras	Açude	483	07°	18'	36,5"	36°	27'	55,0"
Juazeirinho	71	Público		Açude	539	07°	07'	45,4"	36°	39'	22,2"
Juazeirinho	85		BR-230 Barra	Açude	562	07°	04'	06,5"	36°	38'	05,7"
Livramento	30	Público	Salitre	Açude	556	07°	20'	09,4"	36°	53'	37,1"
Livramento	21	Geraldo Matias	Suçarana	Açude	579	07°	18'	29,6"	36°	58'	20,8"
Livramento	22	Zé Portela de Araújo	Várzea de Cavalo	Açude	590	07°	20'	24,2"	36°	56'	56,2"
Livramento	23	Moacir Quintino	Sítio Pinhões 1	Açude	587	07°	21'	17,0"	36°	56'	56,5"
Livramento	24	Moacir Quintino	Pinhão 2	Açude	600	07°	21'	44,1"	36°	56'	48,4"
Livramento	25	Açude do Estado	Sede do Município	Açude	582	07°	22'	28,7"	36°	56'	04,0"
Livramento	26	Russo	Sítio Carneiro	Açude	573	07°	22'	24,1"	36°	54'	05,4"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Altit. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Livramento	28	Luis Laurindo Ramos	Sítio Pinhão	Açude	589	07°	20'	54,8"	36°	56'	28,5"
Livramento	29	José Rodrigues Filho	Batalha	Açude	563	07°	20'	05,1"	36°	54'	14,4"
Olivedos	13	Antônio Capitulino	Fazenda Cedro	Açude	605	06°	57'	21,3"	36°	19'	54,9"
Olivedos	14	Aranaldo Tavares	Cedro	Açude	596	06°	57'	51,2"	36°	19'	25,4"
Parari	86	Paulo José Juarez Santos	Sítio Quixaba	Açude	494	07°	23'	24,2"	36°	36'	55,9"
Parari	87	Luis Ribeiro de Lima	Sítio Farias	Poço Amazonas	500	07°	23'	23,4"	36°	39'	18,8"
Parari	88- 5B	Benedito Vilar	Fazenda Farias	Açude	501	07°	22'	36,6"	36°	38'	52,8"
Parari	89	Benedito Vilar	Fazenda Farias	Poço Amazonas	478	07°	22'	41,9"	36°	39'	19,8"
Parari	90	Benedito Vilar	Fazenda Farias	Poço Amazonas	484	07°	22'	42,6"	36°	39'	31,9"
Parari	91	Gonçalo Vilar Gonçalves	Fazenda Farias	Cacimba	483	07°	22'	31,1"	36°	39'	53,2"
Parari	92	Assis Aires	Faz. Rio Pedra de Fora	Poço Amazonas	483	07°	20'	04,9"	36°	40'	12,8"
Parari	93	Assis Aires	Faz. Rio Pedra de Fora	Açude	515	07°	20'	30,1"	36°	40'	00,6"
Parari	94	Público	Sede do Município	Açude	492	07°	19'	09,9"	36°	39'	47,6"
Parari	95	José Eugenio Siqueira	Sítio Campo Grande	Açude	517	07°	18'	31,1"	36°	43'	04,2"
Parari	96	Marco de Eurico	Sítio Campo Grande	Poço Amazonas	518	07°	18'	36,5"	36°	44'	32,2"
Parari	97	Público	Serrota	Açude	539	07°	19'	10,8"	36°	45'	32,8"
Parari	98	Francisco Aires de Lucena	Serrota de Cima	Açude	526	07°	19'	08,3"	36°	46'	33,2"
Parari	99	Paulo R. Cavalcante	Fazenda Rio de Fora	Açude	516	07°	20'	07,2"	36°	43'	47,9"
Parari	100	Raimundo Aires Lucena	Sítio Campo Grande	Açude	513	07°	19'	03,4"	36°	43'	50,7"
Parari	101	João Ferreira da Silva	Rio de Fora	Cacimba	510	07°	19'	55,0"	36°	43'	09,3"
Parari	102	Luis Aires de Queiroz	Poço da Pedra	Poço Amazonas	497	07°	19'	38,2"	36°	41'	30,0"



Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Parari	103		Estr. S. Branca-Parari	Poço Amazonas	483	07°	19'	12,9"	36°	39'	06,5"
Parari	104	Antônio Q. Cavalcante	Sítio Jaramataia	Poço Amazonas	474	07°	20'	09,2"	36°	37'	27,6"
Parari	105	Quincas	Jaramataia	Açude	485	07°	19'	59,4"	36°	35'	37,5"
Parari	106	João Ribeiro Leite	Riacho do Estevão	Poço Amazonas	494	07°	19'	36,3"	36°	34'	35,6"
Santo André	64	Djanete da Silva Alves	Sítio Badalo	Açude	511	07°	15'	57,5"	36°	36'	48,9"
Santo André	59	José Dimas Oliveira	Faz. Riacho dos Angicos	Açude	535	07°	13'	27,8"	36°	34'	17,6"
Santo André	60	Petrônio Medeiros	Ilha dos Caibros	Açude	536	07°	13'	06,4"	36°	34'	52,2"
Santo André	61	Petrônio Medeiros	Sede do Município	Açude	519	07°	12'	43,8"	36°	37'	31,4"
Santo André	62	Ornil Firmino	Sítio Casa Nova	Açude	503	07°	15'	21,9"	36°	37'	47,5"
Santo André	63	Ornil Firmino	Sítio Casa Nova	Poço Amazonas	503	07°	15'	24,8"	36°	37'	52,1"
Santo André	65 - 5A	Ana de Zé Antônio	Badalo	Açude	513	07°	15'	45,3"	36°	36'	30,6"
Santo André	66	Antônio Martins Oliveira	Sítio Lagoa de Cima	Poço Amazonas	507	07°	14'	41,1"	36°	37'	28,9"
Santo André	67	José Ananias de Oliveira	Sítio Alto do Balanço	Açude	515	07°	13'	28,7"	36°	38'	26,1"
Santo André	68	Maria Isabel Maracá	Caraçá	Cacimba	513	07°	13'	25,1"	36°	41'	14,0"
Santo André	69	José da Costa Filho	Caraçá	Açude	517	07°	12'	33,3"	36°	41'	12,8"
Santo André	70	Maria Alda Oliveira	Sítio Oitizeiro	Açude	510	07°	11'	22,5"	36°	38'	34,5"
S. J. do Cariri	114	Antônio Vicente	Sítio Pombo	Cacimba	490	07°	18'	48,3"	36°	21'	03,2"
S. J. do Cariri	115	Maria de Lurdes Meira	Fazenda Santa Clara	Açude	472	07°	19'	36,4"	36°	23'	55,6"
S. J. do Cariri	116	Maria de Lurdes Meira	Fazenda Santa Clara	Barragem	474	07°	19'	37,0"	36°	23'	44,7"
S. J. do Cariri	117	Álvaro Neto	Fazenda Cachoeira	Poço Amazonas	478	07°	20'	18,6"	36°	25'	50,9"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
S. J. do Cariri	118	Churchill Cavalcante	Sítio Ponta da Serra	Açude	488	07°	21'	03,7"	36°	29'	27,1"
S. J. do Cariri	119	Churchill Cavalcante	Fazenda Ponta da Serra	Açude	493	07°	19'	50,7"	36°	29'	13,0"
S. J. do Cariri	120	Baba Coutinho	Fazenda Zé da Silva	Açude	497	07°	19'	25,9"	36°	29'	17,7"
S. J. do Cariri	132	José Albuquerque Farias	Faz. Malhada da Ema	Poço Amazonas	489	07°	21'	18,7"	36°	32'	28,7"
S. J. do Cariri	133	José Albuquerque Farias	Faz. Malhada da Ema	Açude	501	07°	21'	05,0"	36°	32'	31,2"
S. J. do Cariri	134	Público	Abastece a Cidade	Açude	460	07°	23'	02,6"	36°	31'	51,9"
S. J. do Cariri	135	Eraldo da Cruz Oliveira	Fazenda Signo Figueiras	Poço Amazonas	439	07°	23'	44,7"	36°	30'	03,3"
S. J. do Cariri	136	Álvaro Neto	Fazenda Capoeira	Açude	465	07°	25'	03,1"	36°	30'	35,6"
S. J. do Cariri	137	Zeze Caboclo	Macambira	Água Corrente	476	07°	25'	52,1"	36°	29'	55,3"
S. J. do Cariri	138	Zé Arlindo	Fazenda Bom Sucesso	Açude	516	07°	26'	56,8"	36°	27'	37,0"
S. J. do Cariri	139	Zeze Caboclo	Macambira	Açude	512	07°	28'	15,0"	36°	26'	26,4"
S. J. do Cariri	144	Álvaro	Fazenda Cachoeira	Açude	478	07°	25'	28,1"	36°	31'	08,2"
S. J. do Cariri	145	Álvaro Neto	Fazenda Cachoeira	Açude	485	07°	25'	13,1"	36°	31'	20,5"
S. J. do Cariri	148	João Francisco Rodrigues	Uruçu	Poço Amazonas	499	07°	28'	22,7"	36°	32'	06,5"
S. J. do Cariri	149	Álvaro Neto	Fazenda Boa Vista	Açude	492	07°	24'	47,6"	36°	32'	49,7"
S. J. do Cariri	150	Roberto Pereira	São Francisco	Açude	515	07°	29'	36,9"	36°	33'	05,1"
S. J. do Cariri	151	Maurício P. da Silveira (2)	Uruçu de Cima	Açude	520	07°	30'	17,5"	36°	33'	36,0"
S. J. do Cariri	152	José Gaudêncio Brito	Fazenda Uruçu	Açude	512	07°	29'	23,9"	36°	32'	27,5"
S. J. do Cariri	153	José Gaudêncio Brito	Fazenda Uruçu	Poço Amazonas	503	07°	29'	21,2"	36°	32'	24,9"
S. J. do Cariri	154	Ricardo Jorge C. Madruga	Fazenda Santa Maria	Açude	518	07°	30'	20,3"	36°	32'	53,1"
S. J. do Cariri	155	Neco Cosme	Uruçu de Baixo	Açude	509	07°	29'	26,4"	36°	32'	03,2"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
S. J. do Cariri	156	José Alex Veríssimo Moraes	Fazenda Santana	Poço Amazonas	470	07°	20'	24,2"	36°	26'	43,8"
S. J. do Cariri	157	Público	Sob a Ponte, da Cidade	Cacimba	470	07°	23'	37,7"	36°	31'	48,3"
S. J. do Cariri	158	Marconi Nobre Gaudêncio	Fazenda Barragem	Poço Amazonas	478	07°	25'	37,5"	36°	33'	38,4"
S. J. do Cariri	159	Marconi Nobre Gaudêncio	Fazenda Barragem	Açude	480	07°	25'	36,7"	36°	33'	43,2"
S. J. do Cariri	160	Marconi Nobre Gaudêncio	Fazenda Boa Vista	Açude	476	07°	25'	24,4"	36°	34'	33,1"
S. J. do Cariri	161	Marconi Nobre Gaudêncio	Boa Vista	Poço Amazonas	471	07°	25'	31,1"	36°	34'	17,0"
S. J. do Cariri	162	Perón Japiassu	Campo de Zuzu Barros	Açude	510	07°	26'	47,7"	36°	33'	26,7"
S. J. do Cariri	163	Francisca Pinto	Sítio Picoito	Poço Amazonas	474	07°	26'	14,5"	36°	35'	03,9"
S. J. do Cariri	164	Francisca Pinto	Sítio Picoito	Açude	484	07°	26'	20,9"	36°	35'	05,1"
S. J. dos Cordeiros	27	Expedita Maria Bezerra	São Gonçalo	Poço Amazonas	562	07°	23'	19,8"	36°	52'	34,1"
S. J. dos Cordeiros	186		Garrote	Poço Amazonas	507	07°	23'	35,5"	36°	42'	19,9"
S. J. dos Cordeiros	187	Nenê	Franco	Açude	515	07°	23'	36,4"	36°	42'	31,0"
S. J. dos Cordeiros	188	Francisco Noberto Brito	Campo do Agreste	Poço Amazonas	521	07°	23'	46,3"	36°	44'	15,3"
S. J. dos Cordeiros	189	Francisco Noberto Brito	Campo do Agreste	Poço Amazonas	526	07°	23'	42,4"	36°	44'	07,3"
S. J. dos Cordeiros	190	Airço de Souza Barros	Sítio Riacho do Cipó	Açude	532	07°	23'	38,6"	36°	44'	45,4"
S. J. dos Cordeiros	191	José Emiliano Filho	Simão Lopes	Cacimba	531	07°	23'	17,3"	36°	45'	44,7"
S. J. dos Cordeiros	192	Público	Sede Do Município	Açude	552	07°	23'	03,8"	36°	48'	27,4"
S. J. dos Cordeiros	193	Francisco Jacaré Pereira	Sítio Perico	Cacimba	539	07°	24'	53,3"	36°	49'	09,3"
S. J. dos Cordeiros	194	José Farias	Sítio Boa Vista	Cacimba	552	07°	23'	17,6"	36°	50'	27,0"
S. J. dos Cordeiros	195	José Farias	Sítio Boa Vista	Poço Amazonas	551	07°	23'	11,9"	36°	50'	26,1"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Alt. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
S. J. dos Cordeiros	196	Eugênio Suza Martiniano	Sítio Boa Vista	Açude	553	07°	23'	31,3"	36°	51'	00,1"
S. J. dos Cordeiros	197	Odaci	Mineiro	Poço Amazonas	595	07°	24'	39,7"	36°	56'	56,3"
S. J. dos Cordeiros	198	Severino Manoel da Silva	Sítio Cardoso	Poço Amazonas	615	07°	26'	07,1"	36°	57'	14,4"
S. J. dos Cordeiros	199	João Anísio Montenegro	Mundo Novo	Açude	646	07°	26'	25,2"	36°	59'	56,8"
Seridó	12	Vários Herdeiros	Açude Tapuia	Açude	602	06°	58'	46,1"	36°	25'	31,9"
Serra Branca	165	Ancelio	Balanço	Poço Amazonas	485	07°	27'	30,5"	36°	36'	19,0"
Serra Branca	166	Aldo Gaudêncio	Balanço	Açude	489	07°	27'	31,5"	36°	36'	30,1"
Serra Branca	167		Est. P/ S. João do Cariri	Açude	508	07°	28'	11,7"	36°	37'	19,9"
Serra Branca	168	Público	Pilão	Poço Amazonas	507	07°	28'	59,2"	36°	39'	27,1"
Serra Branca	169	Público	Sede do Município	Açude	518	07°	28'	28,2"	36°	39'	39,9"
Serra Branca	170	Público	Sede do Município	Açude	536	07°	28'	46,1"	36°	41'	04,5"
Serra Branca	171	Teobaldo	Sítio Quixaba	Açude	539	07°	29'	02,7"	36°	42'	18,6"
Serra Branca	172	Eugênio Brandão	Sítio Jatobá	Açude	552	07°	30'	25,6"	36°	43'	47,8"
Serra Branca	173	Eugênio Brandão	Sítio Jatobá	Açude	538	07°	30'	23,4"	36°	43'	34,6"
Serra Branca	174	Eugênio Brandão	Sítio	Poço Amazonas	535	07°	30'	22,2"	36°	43'	32,7"
Serra Branca	175	Viana	Tamboril	Poço Amazonas	568	07°	30'	12,9"	36°	44'	37,0"
Serra Branca	176	Eugênio Brandão	Serra Verde	Poço Amazonas	592	07°	29'	52,8"	36°	46'	04,4"
Serra Branca	177	Manoel Gouveia	Sítio Capoeira	Poço Amazonas	614	07°	30'	32,2"	36°	47'	20,0"
Serra Branca	178	Viana	Tamboril	Poço Amazonas	552	07°	30'	18,1"	36°	44'	05,2"
Serra Branca	179	Maria Assunção Oliveira	Sítio Serrinha	Açude	517	07°	26'	38,1"	36°	40'	50,5"
Serra Branca	180	Anísio Ricardo	Sítio Serrinha	Açude	518	07°	26'	52,6"	36°	41'	36,4"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Altit. (m)	Latitude Sul			Longitude Oeste		
Serra Branca	181	Nô Gomes	Fazenda Serrinha	Açude	517	07°	26'	34,6"	36°	41'	14,9"
Serra Branca	182	Alexandre Cunha Lima	Fazenda Caboclo	Açude	508	07°	23'	30,5"	36°	41'	27,2"
Serra Branca	183	Alexandre Cunha Lima	Fazenda Caboclo	Poço Amazonas	501	07°	23'	03,8"	36°	41'	13,2"
Serra Branca	184	José Firmino da Silva	Garrote	Açude	506	07°	23'	32,5"	36°	41'	48,7"
Serra Branca	185	Aimar Gaudêncio	Garrote	Açude	510	07°	24'	08,0"	36°	41'	56,7"
Serra Branca	216		Poço	Água Corrente	537	07°	31'	45,6"	36°	43'	09,3"
Serra Branca	217	Benedito Vilar	Fazenda Farias	Poço Amazonas	501	07°	29'	13,9"	36°	39'	40,9"
Soledade	09	Assentados Santa Tereza	Asset. Santa Tereza	Açude	541	07°	03'	31,5"	36°	23'	00,9"
Soledade	10	Pedro Clementino de Sales	Vilu	Açude	541	07°	03'	05,3"	36°	21'	55,2"
Soledade	11	Pedro Clementino de Sales	Vilu	Açude	565	07°	01'	35,5"	36°	21'	52,8"
Soledade	15	João Teodoro	Fazenda Avelós	Açude	620	06°	58'	28,0"	36°	21'	44,6"
Soledade	16	Açude Público de Soledade	Sede do Município	Açude	542	07°	04'	10,3"	36°	20'	46,9"
Soledade	17	Açude Público	Açude Dois Negrinhos	Açude	531	07°	03'	20,6"	36°	21'	35,7"
Soledade	18	Público - Estado	Melancia de Cima	Açude	556	07°	05'	32,6"	36°	25'	40,7"
Soledade	19	Avandi Ramos	Fazenda José Nunes	Açude	536	07°	07'	43,0"	36°	27'	57,4"
Soledade	20	EMEPA	Fazenda Pendência	Açude	521	07°	10'	52,6"	36°	28'	55,1"
Taperoá	31	Francisco de Paula	Pedra Vermelha	Açude	578	07°	07'	54,1"	36°	45'	56,9"
Taperoá	32	Zé Assis Pimenta	Cacimba de Pedra	Açude	548	07°	09'	02,8"	36°	45'	32,0"
Taperoá	33	Estado	Lagoa do Meio	Açude	540	07°	09'	27,9"	36°	45'	25,3"
Taperoá	34	Francisco Perácido	Corre-Pinto	Açude	554	07°	09'	03,9"	36°	47'	06,0"
Taperoá	35	Capitão (Zé Pimenta)		Açude	548	07°	09'	20,0"	36°	47'	34,8"

Apêndice I. Continuação

Município	Amostra	Proprietário	Propriedade	Tipo de Fonte	Altit. (m)	Latitude Sul	Longitude Oeste
Taperoá	36	Cosme Pinto	Fazenda Cosme Pinto	Açude	568	07° 10' 05,9"	36° 48' 44,8"
Taperoá	37	Antonio Vilar Filho	Panati	Açude	558	07° 11' 03,5"	36° 49' 10,9"
Taperoá	38	Antonio Vilar Filho	Panati	Açude	558	07° 10' 58,7"	36° 49' 20,1"
Taperoá	39	Público	Ponte Entrada Taperoá	Água Corrente	531	07° 12' 13,0"	36° 49' 24,5"
Taperoá	40	Público	Manoel Macionilio (Sede)	Açude	541	07° 13' 50,4"	36° 51' 10,3"
Taperoá	41	Público	Sítio Lagoa Queimada	Açude	541	07° 14' 04,8"	36° 51' 40,6"
Taperoá	42	Manoelito Vilar	Fazenda Carnaúba	Poço Amazonas	546	07° 13' 36,2"	36° 52' 50,2"
Taperoá	43	Manoelito Vilar	Fazenda Carnaúba	Açude	556	07° 13' 08,8"	36° 52' 49,5"
Taperoá	44	Fernando Vilar	Sítio Boneco	Açude	574	07° 16' 08,0"	36° 55' 09,5"
Taperoá	45	Fernando Vilar	Zé de Barros 1	Açude	569	07° 18' 08,7"	36° 54' 24,6"
Taperoá	46	Fernando Vilar	Zé de Barros 2	Açude	568	07° 18' 34,5"	36° 54' 08,0"
Tenório	73	Suetônio Vilar	Catolé	Açude	581	07° 00' 28,5"	36° 41' 14,7"

Apêndice II. Resultado das análises de água de 199 fontes pesquisadas na sub-bacia do Rio Taperoá

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Assunção	74	Açude	61	9,43	0,21	0,16	0,09	0,12	0,17	0,00	0,92	0,21	Ausência	C1
Assunção	82	Açude	85	9,11	0,30	0,39	0,22	0,14	0,10	0,00	0,82	0,37	Ausência	C1
Assunção	77	Açude	1.344	8,79	2,09	5,12	7,72	0,31	13,10	0,30	1,28	4,07	Presença	C3
Assunção	75	Açude	87	8,61	0,41	0,33	0,08	0,19	0,10	0,00	0,90	0,13	Ausência	C1
Assunção	76	Açude	1.401	8,60	2,35	4,72	8,91	0,43	12,75	0,90	3,09	4,74	Presença	C3
Assunção	78	Açude	941	8,01	1,60	2,75	5,88	0,45	7,95	0,20	1,15	3,99	Ausência	C3
Assunção	72	Açude	902	8,00	2,01	3,16	5,05	0,43	7,60	0,58	1,66	3,14	Ausência	C3
Assunção	79	Açude	7.488	7,82	7,92	26,6	64,39	0,31	74,75	1,70	2,82	15,50	Presença	C4
Assunção	80	Açude	61	7,37	0,22	0,37	0,15	0,03	0,10	0,00	0,61	0,28	Ausência	C1
Assunção	84	Açude	1.315	7,30	1,92	3,59	8,64	0,23	12,87	0,26	1,39	5,21	Presença	C3
Assunção	83	Açude	1.401	7,07	2,06	4,51	8,91	0,32	13,57	0,50	1,20	4,92	Presença	C3
Assunção	81	Açude	115	7,02	0,26	0,58	0,47	0,21	0,30	0,00	0,88	0,73	Ausência	C1
Boa Vista	BV 024	Açude	345	6,96	1,04	2,11	1,83	0,25	0,77	0,60	2,60	1,46	Ausência	C2
Boa Vista	BV 021	Água Corrente	184	8,07	0,71	1,84	0,91	0,53	0,77	0,00	0,75	0,81	Ausência	C1
Boa Vista	110	Açude	1.620	8,50	0,85	4,09	15,63	0,64	6,37	1,96	12,39	9,95	Presença	C3
Boa Vista	BV 022	Água Corrente	475	6,84	0,65	3,07	2,29	1,84	1,50	0,66	3,47	1,68	Ausência	C2
Boa Vista	113	Açude	840	8,04	1,04	0,72	3,21	0,27	4,75	0,58	2,87	3,42	Ausência	C3
Boa Vista	109	Açude	405	7,86	0,89	1,86	1,92	0,34	3,01	0,00	1,21	1,64	Ausência	C2
Boa Vista	BV 020	Água Corrente	1.201	8,85	0,64	4,13	8,73	1,46	5,70	3,86	6,35	5,65	Presença	C2
Boa Vista	BV 026	Barragem	335	7,20	0,77	0,49	2,84	0,14	1,27	0,30	1,94	3,58	Ausência	C2
Boa Vista	122	Poço Amazonas	7.500	7,55	11,54	32,76	51,51	0,33	74,75	0,38	3,28	10,94	Ausência	C4
Boa Vista	107	Açude	40.500	7,39	62,50	148,67	533,59	9,20	549,75	0,00	7,53	51,93	Presença	C4
Boa Vista	112	Açude	1.100	7,25	0,89	1,17	7,63	0,34	10,10	1,10	0,67	7,52	Ausência	C3
Boa Vista	BV 027	Açude	920	7,55	0,91	3,81	5,51	1,84	4,20	1,70	5,73	3,59	Ausência	C3
Boa Vista	111	Cacimba	11.100	7,15	7,32	41,83	90,15	1,10	144,75	0,32	2,39	18,19	Presença	C4
Boa Vista	BV 025	Barragem	980	7,57	0,81	1,55	7,26	0,80	5,90	0,94	3,67	6,68	Ausência	C3
Boa Vista	121	Açude	130	6,90	0,42	0,79	0,30	0,16	0,17	0,00	1,05	0,39	Ausência	C1

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Boa Vista	BV 023	Água Corrente	228	9,56	0,15	2,09	1,37	0,24	0,97	0,22	1,27	1,29	Ausência	C1
Boa Vista	BV 019	Água Corrente	2.360	7,67	5,76	5,61	14,71	1,46	23,70	1,52	3,15	6,17	Presença	C4
Cabaceiras	140	Poço Amazonas	2.093	8,92	0,91	7,46	19,31	0,29	17,25	2,68	6,46	9,44	Presença	C3
Cabaceiras	CAB01	Cacimba	2.240	8,10	3,86	10,63	20,23	0,16	21,72	0,32	4,36	7,52	Ausência	C3
Cabaceiras	CAB09	Açude	420	8,05	0,95	2,17	1,83	0,14	2,62	0,00	1,70	1,47	Ausência	C2
Cabaceiras	CAB08	Poço Amazonas	2.630	8,30	2,10	14,52	17,47	0,44	24,55	0,88	5,97	6,06	Ausência	C4
Cabaceiras	141	Açude	140	8,17	0,66	0,59	0,48	0,22	0,22	0,00	1,36	0,61	Ausência	C1
Cabaceiras	CAB05	Açude	205	7,00	0,62	1,88	0,54	0,10	0,45	0,00	1,87	0,48	Ausência	C1
Cabaceiras	CAB02	Açude	415	7,25	0,90	1,34	1,83	0,20	2,77	0,00	1,66	1,73	Ausência	C2
Cabaceiras	143	Cacimba	261	7,93	1,07	1,85	0,62	0,08	0,30	0,26	2,38	0,51	Ausência	C2
Cabaceiras	CAB04	Poço Amazonas	1.640	8,15	3,99	6,23	9,10	0,07	12,80	0,80	6,05	4,03	Ausência	C3
Cabaceiras	142	Cacimba	5.856	7,57	10,45	35,87	35,87	0,38	49,75	0,20	9,23	7,45	Presença	C4
Cabaceiras	CAB07	Poço Amazonas	4.069	8,23	3,26	22,39	26,67	0,38	44,30	1,54	4,41	7,45	Ausência	C4
Cabaceiras	CAB03	Poço Amazonas	2.910	7,60	3,79	17,07	26,67	0,20	28,50	0,00	7,80	8,26	Ausência	C4
Cabaceiras	CAB06	Água Corrente	123	7,42	0,45	0,77	0,44	0,18	0,32	0,00	1,00	0,56	Ausência	C1
Gurjão	57	Açude	126	8,37	0,99	0,36	0,08	0,19	0,25	0,22	1,18	0,10	Ausência	C1
Gurjão	127	Poço Amazonas	8.000	8,22	3,12	35,09	61,63	0,33	77,25	2,48	4,89	14,10	Presença	C4
Gurjão	56	Açude	165	8,10	0,86	0,64	0,48	0,14	0,47	0,16	1,07	0,55	Ausência	C1
Gurjão	131	Açude	420	8,04	0,71	1,90	1,83	0,27	22,00	0,20	2,03	1,60	Ausência	C2
Gurjão	130	Poço Amazonas	33.000	7,98	75,00	281,06	275,99	0,40	549,75	0,68	1,36	20,68	Presença	C4
Gurjão	124	Açude	89	7,97	0,30	0,45	0,27	0,27	0,20	0,00	0,76	0,44	Ausência	C1
Gurjão	126	Açude	83	7,66	0,25	0,37	0,22	0,05	0,10	0,00	0,70	0,40	Ausência	C1
Gurjão	58	Açude	168	7,66	1,07	0,85	0,26	0,25	0,22	0,22	1,40	0,27	Ausência	C1
Gurjão	128	Açude	158	7,42	0,55	1,06	0,33	0,16	0,15	0,00	1,40	0,37	Ausência	C1
Gurjão	123	Açude	124	7,20	0,45	0,80	0,17	0,18	0,05	0,00	1,10	0,22	Ausência	C1
Gurjão	125	Açude	158	7,04	0,39	0,66	0,48	0,31	0,45	0,00	0,77	0,66	Ausência	C1
Gurjão	129	Açude	1.080	7,01	1,55	3,47	6,43	0,18	7,25	0,00	1,89	4,06	Ausência	C3



Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Juazeirinho	71	Açude	844	8,41	1,30	3,05	4,96	0,32	7,62	0,20	1,26	3,36	Ausência	C3
Juazeirinho	85	Açude	1.248	7,26	1,72	5,30	7,53	0,19	11,32	0,54	1,94	4,02	Presença	C3
Livramento	24	Açude	970	8,82	2,24	4,16	4,77	0,88	6,00	1,48	3,94	2,67	Ausência	C3
Livramento	21	Açude	1.201	8,60	1,74	3,92	7,90	0,64	8,77	1,38	3,94	4,70	Ausência	C3
Livramento	30	Açude	800	8,40	1,61	2,66	5,14	0,29	4,92	1,10	3,17	3,52	Ausência	C3
Livramento	22	Açude	236	8,20	0,80	1,06	0,82	0,30	0,32	0,24	1,41	0,85	Ausência	C1
Livramento	23	Açude	960	8,13	2,59	3,63	5,51	0,65	5,95	1,24	3,43	3,12	Ausência	C3
Livramento	26	Açude	510	8,10	0,84	1,96	3,30	0,25	2,77	0,62	2,24	2,79	Ausência	C2
Livramento	28	Açude	395	7,99	1,59	1,61	1,83	0,25	1,10	0,90	2,81	1,45	Ausência	C2
Livramento	25	Açude	910	7,79	1,51	3,54	5,23	0,65	6,15	0,72	3,15	3,29	Ausência	C3
Livramento	29	Açude	63	6,50	0,51	0,70	0,13	0,25	0,17	0,00	0,51	0,17	Ausência	C1
Olivedos	14	Açude	1.100	8,68	1,60	2,30	7,44	0,40	9,00	0,36	0,37	5,33	Presença	C3
Olivedos	13	Açude	590	8,53	0,92	1,15	4,04	0,33	3,25	1,20	1,27	3,97	Ausência	C2
Parari	89	Poço Amazonas	27.168	9,15	0,80	1,45	460	0,29	202,25	25,48	15,93	433,69	Presença	C4
Parari	106	Poço Amazonas	1.040	8,30	1,56	3,30	9,10	0,03	2,97	3,84	6,76	5,84	Presença	C3
Parari	105	Açude	633	8,21	0,90	1,77	4,77	0,05	5,50	0,30	1,03	4,13	Ausência	C2
Parari	87	Poço Amazonas	2.323	8,10	4,02	10,83	15,63	0,31	24,67	0,62	2,10	5,74	Presença	C4
Parari	86	Açude	82	8,08	0,32	1,43	0,16	0,08	0,37	0,00	0,94	0,17	Ausência	C1
Parari	103	Poço Amazonas	3.168	7,83	4,85	11,65	25,75	0,29	32,30	0,64	2,70	8,96	Presença	C4
Parari	96	Poço Amazonas	7.680	7,77	19,54	36,22	57,03	0,16	104,4	1,14	4,13	10,80	Presença	C4
Parari	90	Poço Amazonas	14.016	7,75	28,75	71,25	147,19	0,29	199,75	1,90	5,22	20,82	Presença	C4
Parari	88- 5B	Açude	148	7,75	0,46	0,70	0,61	0,10	0,85	0,00	0,82	0,80	Ausência	C1
Parari	91	Cacimba	6.720	7,70	17,91	37,51	45,07	0,34	89,32	0,74	2,04	8,56	Presença	C4
Parari	97	Açude	100	7,60	0,21	0,38	0,69	0,12	0,55	0,00	0,44	1,27	Ausência	C1
Parari	99	Açude	123	7,54	0,64	0,57	0,38	0,03	0,27	0,00	1,03	0,49	Ausência	C1
Parari	95	Açude	113	7,47	0,70	0,40	0,40	0,01	0,42	0,00	1,12	0,54	Ausência	C1
Parari	104	Poço Amazonas	302	7,38	2,29	0,81	0,77	0,05	1,35	0,30	1,66	0,62	Ausência	C2

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Parari	92	Poço Amazonas	6.528	7,37	18,65	23,32	45,99	0,47	89,05	0,00	1,23	10,04	Presença	C4
Parari	101	Cacimba	854	7,31	3,36	2,61	4,40	0,29	4,62	0,20	5,58	2,55	Ausência	C3
Parari	94	Açude	113	7,29	0,75	0,85	0,12	0,07	0,07	0,00	1,19	0,13	Ausência	C1
Parari	93	Açude	240	7,26	0,64	1,73	1,65	0,21	1,55	0,00	0,99	1,52	Ausência	C1
Parari	98	Açude	134	7,18	0,39	0,30	0,79	0,12	0,77	0,00	0,72	1,34	Ausência	C1
Parari	102	Poço Amazonas	7.488	7,11	39,21	19,54	51,51	0,32	102,77	0,00	3,46	9,50	Presença	C4
Parari	100	Açude	145	6,60	0,51	0,28	0,71	0,16	0,70	0,00	0,77	1,13	Ausência	C1
S. J. d. Cordeiros	189	Poço Amazonas	2.260	8,80	1,07	4,64	16,55	0,19	19,92	1,76	4,58	9,79	Presença	C4
S. J. d. Cordeiros	195	Poço Amazonas	1.000	8,70	2,66	2,59	5,33	0,14	6,77	1,30	2,00	3,29	Presença	C3
S. J. d. Cordeiros	197	Poço Amazonas	1.640	8,37	1,65	5,15	13,79	0,21	6,97	5,34	9,62	7,48	Presença	C3
S. J. d. Cordeiros	186	Poço Amazonas	1.520	8,32	1,06	4,83	9,19	0,10	9,80	2,72	4,81	5,36	Presença	C3
S. J. d. Cordeiros	27	Poço Amazonas	1.540	8,30	3,24	4,38	12,87	0,27	7,90	2,76	4,63	6,59	Ausência	C3
S. J. d. Cordeiros	198	Poço Amazonas	830	8,30	2,34	3,65	3,21	0,18	3,20	1,96	3,93	1,85	Ausência	C3
S. J. d. Cordeiros	190	Açude	104	8,30	0,35	0,40	0,42	0,08	0,50	0,00	0,94	0,69	Ausência	C1
S. J. d. Cordeiros	196	Açude	305	8,20	0,34	0,62	2,29	0,12	1,77	0,00	1,24	3,31	Ausência	C2
S. J. d. Cordeiros	199	Açude	138	8,11	0,53	0,72	0,26	0,16	0,32	0,12	1,23	0,33	Ausência	C1
S. J. d. Cordeiros	193	Cacimba	305	8,10	0,45	1,39	1,55	0,07	0,65	0,62	1,93	1,62	Ausência	C2
S. J. d. Cordeiros	194	Cacimba	455	8,06	1,14	0,98	2,38	0,29	1,12	1,38	2,11	2,31	Ausência	C2
S. J. d. Cordeiros	192	Açude	465	8,04	1,46	1,61	1,83	0,23	2,17	0,66	2,29	1,48	Ausência	C2
S. J. d. Cordeiros	187	Açude	960	8,00	1,57	2,19	5,97	0,23	1,42	0,22	1,22	4,35	Ausência	C3
S. J. d. Cordeiros	188	Poço Amazonas	701	7,63	1,91	2,63	2,75	0,05	1,35	0,84	1,99	1,83	Ausência	C2
S. J. d. Cordeiros	191	Cacimba	720	7,63	1,16	1,40	4,50	0,12	4,00	0,90	2,10	3,98	Ausência	C2
Santo André	62	Açude	110	8,75	0,35	0,76	0,55	0,08	0,22	0,00	0,90	0,74	Ausência	C1
Santo André	66	Poço Amazonas	1.190	8,61	1,00	1,92	7,35	0,14	8,92	1,72	3,39	6,08	Presença	C3
Santo André	61	Açude	128	8,56	0,59	0,95	0,33	0,14	0,37	0,00	1,02	0,38	Ausência	C1
Santo André	69	Açude	159	8,63	0,56	0,84	0,63	0,07	0,25	0,34	1,41	0,75	Ausência	C1
Santo André	67	Açude	69	8,48	0,21	0,66	0,06	0,16	0,25	0,00	0,93	0,09	Ausência	C1

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Santo André	60	Açude	144	8,44	0,92	0,73	0,27	0,14	0,27	0,14	1,11	0,30	Ausência	C1
Santo André	59	Açude	89	8,32	0,45	0,57	0,10	0,14	0,20	0,00	0,70	0,14	Ausência	C1
Santo André	70	Açude	355	8,26	0,84	1,18	1,83	0,19	2,25	0,22	1,37	1,82	Ausência	C2
Santo André	65 - 5A	Açude	614	8,20	1,36	1,93	3,95	0,08	4,75	0,56	1,92	3,08	Ausência	C2
Santo André	64	Açude	151	8,20	0,81	0,58	0,44	0,12	0,47	0,18	1,01	0,53	Ausência	C1
Santo André	63	Poço Amazonas	2.707	7,74	4,39	10,99	17,47	0,31	25,00	1,58	3,51	6,30	Presença	C4
Santo André	68	Cacimba	389	7,63	1,51	1,44	1,56	0,21	2,72	0,56	1,60	1,28	Ausência	C2
São J. do Cariri	163	Poço Amazonas	4.608	8,18	3,06	20,55	35,87	0,58	42,25	2,72	4,71	10,44	Presença	C4
São J. do Cariri	161	Poço Amazonas	4.032	8,20	4,86	16,23	27,59	2,20	39,75	2,04	2,51	8,50	Presença	C4
São J. do Cariri	115	Açude	108	9,38	0,37	0,88	0,13	0,19	0,25	0,20	0,80	0,16	Ausência	C1
São J. do Cariri	162	Açude	86	9,04	0,46	0,58	0,13	0,08	0,17	0,00	0,90	0,18	Ausência	C1
São J. do Cariri	164	Açude	100	8,58	0,29	0,46	0,22	0,10	0,10	0,00	1,04	0,36	Ausência	C1
São J. do Cariri	136	Açude	1.084	8,57	1,51	5,73	6,25	0,19	7,72	0,92	4,90	3,28	Presença	C3
São J. do Cariri	119	Açude	214	8,40	0,64	1,18	0,65	0,25	0,35	0,34	1,73	0,68	Ausência	C1
São J. do Cariri	137	Água Corrente	3.993	8,31	3,71	24,90	22,99	0,86	46,50	0,96	3,47	6,08	Presença	C4
São J. do Cariri	160	Açude	241	8,30	0,42	0,68	1,65	0,03	1,10	0,16	1,42	2,22	Ausência	C1
São J. do Cariri	148	Poço Amazonas	485	8,25	0,52	0,73	4,50	0,03	0,20	0,96	4,49	5,69	Ausência	C2
São J. do Cariri	149	Açude	99	8,25	0,19	0,57	0,38	0,12	0,07	0,28	0,57	0,62	Ausência	C1
São J. do Cariri	153	Poço Amazonas	1.555	8,13	2,16	4,84	11,95	0,08	9,12	1,32	7,91	6,39	Presença	C3
São J. do Cariri	133	Açude	213	8,00	0,76	1,21	0,48	0,25	0,32	0,14	2,01	0,48	Ausência	C1
São J. do Cariri	150	Açude	87	7,92	0,25	0,62	0,25	0,05	0,05	0,00	0,81	0,38	Ausência	C1
São J. do Cariri	134	Açude	153	7,92	0,46	1,00	0,28	0,14	0,32	0,00	1,41	0,33	Ausência	C1
São J. do Cariri	155	Açude	132	7,91	0,21	0,41	0,59	0,14	0,12	0,00	1,37	1,06	Ausência	C1
São J. do Cariri	120	Açude	87	7,90	0,19	0,68	0,28	0,36	0,35	0,00	0,55	0,42	Ausência	C1
São J. do Cariri	156	Poço Amazonas	185	7,77	0,56	1,16	0,70	0,44	0,77	0,00	0,45	0,75	Ausência	C1
São J. do Cariri	158	Poço Amazonas	369	7,77	1,81	2,31	0,50	0,05	0,40	1,16	2,68	0,35	Ausência	C2
São J. do Cariri	117	Poço Amazonas	3.750	7,75	5,39	11,76	24,85	0,40	34,75	0,36	2,75	8,49	Presença	C4

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
São J. do Cariri	152	Açude	340	7,75	0,72	1,07	1,28	0,16	1,72	0,00	1,44	1,35	Ausência	C2
São J. do Cariri	154	Açude	226	7,55	0,59	1,21	0,65	0,19	0,50	0,00	1,89	0,69	Ausência	C1
São J. do Cariri	114	Cacimba	1.100	7,52	3,20	3,39	5,23	0,43	9,40	0,26	1,94	2,88	Ausência	C3
São J. do Cariri	138	Açude	62	7,50	0,49	0,51	0,18	0,12	0,37	0,00	0,30	0,25	Ausência	C1
São J. do Cariri	151	Açude	71	7,48	0,29	0,41	0,20	0,03	0,05	0,00	0,69	0,34	Ausência	C1
São J. do Cariri	135	Poço Amazonas	1.152	7,44	3,19	4,43	6,06	0,06	3,16	0,07	0,00	3,10	Ausência	C3
São J. do Cariri	139	Açude	97	7,43	0,27	0,23	0,45	0,16	0,45	0,00	0,36	0,90	Ausência	C1
São J. do Cariri	145	Açude	100	7,38	0,37	0,63	0,36	0,18	0,22	0,00	0,58	0,51	Ausência	C1
São J. do Cariri	144	Açude	46	7,32	0,19	0,18	0,18	0,08	0,12	0,00	0,26	0,42	Ausência	C1
São J. do Cariri	157	Cacimba	1.574	7,30	3,20	5,57	8,82	0,18	13,42	1,04	2,55	4,21	Presença	C3
São J. do Cariri	116	Barragem	3.450	7,27	1,12	10,98	30,35	0,49	28,5	0,24	4,73	12,34	Presença	C4
São J. do Cariri	159	Açude	117	7,23	0,36	1,10	0,23	0,05	0,35	0,00	1,28	0,27	Ausência	C1
São J. do Cariri	118	Açude	196	9,51	0,62	1,20	0,59	0,31	0,35	0,72	1,24	0,62	Ausência	C1
São J. do Cariri	132	Poço Amazonas	3.984	8,20	3,60	14,04	27,59	0,92	38,32	1,98	4,91	9,29	Presença	C4
Seridó	12	Açude	2.550	8,19	2,69	7,50	18,39	0,33	22,97	0,92	1,75	8,15	Presença	C4
Serra Branca	167	Açude	118	8,20	0,76	0,61	0,29	0,05	0,17	0,34	0,92	0,35	Ausência	C1
Serra Branca	217	Poço Amazonas	1.020	8,30	2,55	3,41	5,24	0,67	5,02	2,66	3,68	3,04	Presença	C3
Serra Branca	216	Água Corrente	320	8,20	1,44	1,72	0,90	0,08	0,85	1,04	1,48	0,72	Ausência	C2
Serra Branca	183	Poço Amazonas	1.720	8,10	2,27	4,84	9,19	0,19	12,90	1,19	3,43	4,87	Presença	C3
Serra Branca	165	Poço Amazonas	3.072	8,02	3,09	16,00	22,07	0,18	30,00	1,10	2,74	7,14	Presença	C4
Serra Branca	166	Açude	85	8,02	0,37	0,50	0,28	0,14	0,45	0,00	0,45	0,42	Ausência	C1
Serra Branca	172	Açude	142	7,97	0,30	0,40	0,81	0,03	0,55	0,00	0,93	1,37	Ausência	C1
Serra Branca	169	Açude	370	7,97	0,90	1,16	2,10	0,14	2,00	0,46	1,60	2,07	Ausência	C2
Serra Branca	168	Poço Amazonas	2.121	7,93	1,51	6,23	22,99	0,51	16,5	3,56	3,61	11,69	Presença	C3
Serra Branca	171	Açude	450	7,82	0,89	1,51	3,30	0,03	2,50	0,56	1,89	3,01	Ausência	C2
Serra Branca	185	Açude	184	7,77	0,40	0,79	0,78	0,12	0,87	0,00	0,76	1,01	Ausência	C1
Serra Branca	184	Açude	188	7,60	0,64	0,56	0,72	0,18	0,55	0,00	1,15	0,93	Ausência	C1

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Serra Branca	180	Açude	465	7,58	0,80	1,27	3,12	0,18	2,42	0,42	2,04	3,07	Ausência	C2
Serra Branca	177	Poço Amazonas	770	7,55	1,00	1,50	6,16	0,10	4,35	1,24	2,46	5,51	Ausência	C3
Serra Branca	173	Açude	206	7,52	0,37	0,63	1,56	0,07	1,22	0,00	1,05	2,21	Ausência	C1
Serra Branca	182	Açude	91	7,51	0,27	0,60	0,35	0,12	0,32	0,00	0,48	0,53	Ausência	C1
Serra Branca	178	Poço Amazonas	345	7,49	1,12	1,38	1,37	0,10	1,35	0,74	1,72	1,23	Ausência	C2
Serra Branca	170	Açude	365	7,48	0,89	1,27	2,38	0,16	1,57	0,72	1,54	2,29	Ausência	C2
Serra Branca	181	Açude	116	7,19	0,37	0,72	0,27	0,12	0,07	0,00	1,09	0,37	Ausência	C1
Serra Branca	176	Poço Amazonas	1.600	7,10	3,22	4,65	13,79	0,12	11,67	2,52	4,35	6,95	Presença	C3
Serra Branca	174	Poço Amazonas	560	7,10	1,27	3,17	3,12	0,21	1,80	2,68	2,14	2,09	Ausência	C2
Serra Branca	179	Açude	118	7,00	0,14	0,56	0,52	0,10	0,00	0,00	0,85	0,88	Ausência	C1
Serra Branca	175	Poço Amazonas	96	6,61	0,54	0,13	0,43	0,03	0,25	0,00	0,75	0,74	Ausência	C1
Soledade	15	Açude	2.500	9,45	1,27	4,19	24,83	0,49	20,17	3,76	1,18	15,03	Presença	C4
Soledade	16	Açude	1.880	9,40	1,24	5,06	13,79	0,60	15,22	2,22	0,93	7,77	Presença	C3
Soledade	17	Açude	210	8,92	0,24	0,77	6,43	0,29	0,95	0,00	0,99	9,05	Ausência	C1
Soledade	10	Açude	1.800	8,25	1,74	4,63	14,71	0,29	14,90	1,04	1,59	8,24	Presença	C3
Soledade	09	Açude	2.740	8,22	2,06	8,79	18,39	0,47	25,70	1,42	1,82	7,90	Presença	C4
Soledade	11	Açude	132	8,16	0,42	2,08	0,50	0,10	0,50	0,00	1,32	0,45	Ausência	C1
Soledade	18	Açude	1.760	8,09	1,55	2,49	12,87	2,57	12,77	0,00	4,70	9,06	Presença	C3
Soledade	20	Açude	395	7,86	0,81	1,55	1,83	0,30	1,80	0,38	1,44	1,68	Ausência	C2
Soledade	19	Açude	100	7,76	0,37	0,54	0,14	0,29	0,10	0,00	1,04	0,21	Ausência	C1
Taperoá	44	Açude	97	8,96	0,35	0,67	0,17	0,14	0,15	0,00	0,96	0,24	Ausência	C1
Taperoá	45	Açude	425	8,22	1,56	1,39	1,83	0,32	1,67	0,60	2,60	1,51	Ausência	C2
Taperoá	33	Açude	370	8,10	1,02	1,30	1,64	0,21	2,02	0,44	1,44	1,52	Ausência	C2
Taperoá	41	Açude	204	8,08	0,42	0,98	0,78	0,12	1,17	0,00	0,81	0,93	Ausência	C1
Taperoá	46	Açude	160	8,01	0,67	0,78	0,36	0,27	0,20	0,12	1,40	0,42	Ausência	C1
Taperoá	39	Água Corrente	1.840	7,92	2,76	4,19	13,79	0,47	15,47	2,12	3,82	7,40	Presença	C3
Taperoá	35	Açude	650	7,91	1,49	2,02	3,67	0,23	4,22	0,56	1,74	2,77	Ausência	C2

Apêndice II. Continuação

Município	Amostra	Tipo de fonte	CE lab	pH	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Cloreto	Carbonato	Bicarbonato	RAS	Sulfato	Classe
Taperoá	32	Açude	250	7,90	0,97	1,08	0,78	0,19	0,80	0,44	1,62	0,77	Ausência	C1
Taperoá	31	Açude	210	7,76	0,59	0,91	0,79	0,33	0,57	0,44	0,22	0,91	Ausência	C1
Taperoá	40	Açude	485	7,73	1,39	1,47	2,38	0,19	2,87	0,44	1,83	1,99	Ausência	C2
Taperoá	43	Açude	102	7,55	0,21	0,63	0,34	0,12	0,40	0,00	0,78	0,52	Ausência	C1
Taperoá	37	Açude	73	7,55	0,30	0,45	0,09	0,18	0,05	0,00	0,72	0,15	Ausência	C1
Taperoá	36	Açude	130	7,54	0,32	0,85	0,70	0,08	0,70	0,00	0,80	0,92	Ausência	C1
Taperoá	34	Açude	122	7,54	0,37	0,69	0,48	0,12	0,40	0,00	0,31	0,66	Ausência	C1
Taperoá	38	Açude	140	7,36	0,57	0,73	0,43	0,19	0,45	0,00	0,90	0,53	Ausência	C1
Taperoá	42	Poço Amazonas	1.160	7,31	2,49	2,93	7,35	0,14	9,40	1,24	2,05	4,46	Presença	C3
Tenório	73	Açude	489	8,14	1,02	1,53	3,12	0,29	3,92	0,18	1,02	2,76	Ausência	C2