



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



***ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DA OFERTA VERSUS  
DEMANDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA ETA DE GRAVATÁ NA PARAÍBA***

**MÁRCIO DIONÍSIO DE SOUZA**

Campina Grande – PB.

Dezembro, 2015

MÁRCIO DIONÍSIO DE SOUZA

**ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DA OFERTA VERSUS  
DEMANDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA ETA DE GRAVATÁ NA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais do CTRN / PPGRN, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

**Área de Concentração:** Sociedade e Recursos Naturais

**Linha de Pesquisa:** Gestão de Recursos Naturais

**Orientadora:** Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima

Campina Grande – PB.

Dezembro, 2015

MÁRCIO DIONÍSIO DE SOUZA

**ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: ANÁLISE DA OFERTA VERSUS  
DEMANDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA ETA DE GRAVATÁ NA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima, Orientadora  
Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Egídio Luiz Furlanetto  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof. Dr. José Geraldo Vasconcelos Baracuhy  
Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof. Dr. Vicente de Paulo Rodrigues da Silva  
Universidade Federal de Campina Grande

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à todos aqueles que ostensivamente contribuíram para que este momento fosse possível, seja a culminância e obtenção da primeira titulação de Mestrado *Stricto Senso* em toda minha família, em todas as gerações anteriores conhecidas. Deste modo, dedico este trabalho em especial à meus pais Maria de Lourdes Guedes de Souza & Elias Dionísio de Souza que investiram todos os recursos que dispunham na educação dos três filhos para mudar uma geração; à meus filhos, Pedro Dionísio de Souza & Marina Coelho de Souza que entenderam meus momentos de estudo, mesmo com tenra idade; à minha esposa, mulher virtuosa, Juliana Aparecida Coelho de Souza que se manteve integra ao meu lado nos momentos mais difíceis; à meus irmãos Marcos Dionísio de Souza & Marcelo Dionísio de Souza, aos sobrinhos e cunhadas, que caminharam juntos.

Genuflexo, à Deus toda honra e toda glória.  
Rogo-lhe por sabedoria nas escolhas, humildade nas vitórias  
e dignidade quando a vida me impuser derrotas.

Márcio Dionísio de Souza

## AGRADECIMENTOS

Formalizo incomensurável gratidão à minha orientadora Prof. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima que pacientemente se fez presente nestes sete anos de relacionamento; as instituições que contribuíram com orientações, informações e dados para que este trabalho fosse possível, seja: Estação de Tratamento de Água (ETA) de Gravatá; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), Agência Nacional de Águas (ANA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Webster University (WU), Fundação Getúlio Vargas (FGV), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); aos discentes e docentes do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PPGRN) do Centro de Tecnológicas e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Grupo 6Sigma, MDL Brasil Consultoria & Marketing Ltda., sem os quais meu labor seria em vão; e aos membros da Banca Examinadora que por sua experiência, sólido histórico acadêmico e rigor nas considerações me fizeram refletir, melhorar e amadurecer, dignificando e atribuindo sabor ao ministério, também chamado de magistério, arte de ensinar.

Sempre grato,

Márcio Dionísio de Souza (MD)

**EPÍGRAFE**

## A Gentileza

“Todos querem receber  
Mas ninguém sabe direito  
Como se pode entregar  
A gentileza e o respeito  
Em todo e qualquer lugar

Quando se ganha é muito bom  
Mas é muito complicado  
De pensar no que fazer  
Até se fizer errado  
Aí que não vai receber

Depende de quem se dá  
Ou até de quem recebe  
Pode fazer o bem ou mal  
Bem depois é que se percebe

Há pessoas bem gentis  
Outras bem arrogantes  
Que podem te fazer feliz  
Sem que seja irritante  
Podem ser velhos ou novos  
Mas é raro encontrar  
Pessoas bem assim  
Mas fácil reclamar  
De coisa boa ou ruim”

Pedro Dionísio de Souza

Coletânea de Textos do Projeto Oficina de Texto 10ª Ed.

Notáveis Autores 2015, Motiva. P. 92

## RESUMO

O desafio do acesso, tratamento e distribuição fez com que governos, academia e empresas buscassem não apenas novas fontes e tecnologias, mas também a eficiente gestão dos recursos hídricos. Com o padrão de consumo atual, dificilmente as próximas gerações terão acesso a água de qualidade e mulheres e crianças, nos países mais pobres, serão os mais afetados. Esta dissertação postula colocar uma lupa na questão da gestão dos recursos hídricos, em especial no abastecimento de água para consumo humano e a relação entre oferta e demanda. O objetivo geral deste trabalho é analisar a relação entre a oferta e demanda de água nos municípios atendidos pela ETA de Gravatá. Para tal, foram utilizados dados oficiais e públicos comparáveis da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), Agência Nacional de Águas (ANA), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Respeitado, metodologicamente, o rigor acadêmico e de posse dos dados, estes foram sistematizados, analisados e tratados com base estatística do *Modelo de T-student* (PEARSON, 1895) para aferir o grau de confiança. Os resultados desta dissertação mostram que não há, estatisticamente, qualquer relação entre a oferta e a demanda de água tratada para o consumo humano, distribuída pela ETA de Gravatá nos oito municípios atendidos, sendo este um forte indicativo de má gestão dos recursos hídricos. Deste modo, propõe-se não apenas a reflexão, mas também pesquisas posteriores no tema para contribuir com a melhoria na gestão dos recursos hídricos e políticas públicas estaduais.

**Palavras-chave:** Água; Sustentabilidade; Recursos Naturais; Gestão de Recursos Hídricos; Desenvolvimento Local; Desenvolvimento Humano; Crise Hídrica; Política Pública; Oferta e Demanda de Água

## ABSTRACT

The challenge of accessing, processing and distribution has meant that governments, academia and businesses seek for not only new sources and technologies, but also the efficient management of water resources. With current consumption patterns, hardly ever the next generations will have access to quality water. It foresees that women and children will be the most affected, especially in the poorest countries. This research posits to put a magnifying glass into the management of water resources issues, especially in water supply for human consumption and the relationship between water supply and demand. The aim of this study is to analyze the relationship between water supply and demand in the municipalities served by Gravatá's Water Treatment Unit (WTU). For this ends, comparable official and public data - from Water and Sewerage Company of Paraíba (CAGEPA), National Water Agency (ANA), National Sanitation Information System (SNIS) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) - were used. Respecting methodological the academic rigor, the data was available, organized, analyzed and treated statistically based *T-student Model* (PEARSON, 1895) to assess the degree of confidence. The results of this work show that there is no statistical relationship between treated water for consumption supply and demand within the eight municipalities served by the Gravatá's WTU, which is a strong indicator of poor water resources management. Thus, not only reflection but also further researches on the subject are proposed here to contribute to the improved management of water resources and state public policies.

**Keywords:** Water; sustainability; Natural Resources; Water Resources Management; Local Development; Human Development; Hydro Crisis; Public Policy; Water supply and demand.

## SIGLAS

ABNT/NB – Associação Brasileira de Normas Técnicas / Norma Brasileira  
AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba  
ANA - Agência Nacional de Águas  
CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba  
CGIAR - Consultative Group on International Agricultural Research  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CTRN - Centro de Tecnológicas e Recursos Naturais  
ETA - Estação de Tratamento de Água  
EUA - Estados Unidos das Américas  
FGV - Fundação Getúlio Vargas  
GIAAS – Relatório do Levantamento Global Anual das Nações Unidas sobre Águas  
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)  
IFPRI - International Food Policy Research Institute  
IQETA - Índice de Qualidade de Estações de Tratamento de Água  
MD – Márcio Dionísio de Souza  
ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PB - Paraíba  
PIB - Produto Interno Bruto  
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PPGRN - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais  
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SECTMA - Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente  
SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente  
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental  
UFCG - Universidade Federal de Campina Grande  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
UFPB - Universidade Federal da Paraíba

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância

VMP - Valores Máximos Permitidos

WRI - World Resources Institute.

WTU - Water Treatment Unit

WU - Webster University

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 01** – Mapa do total de recursos hídricos renováveis per capita disponível no mundo com classificações de escarificidade absoluta, escarificidade, stress hídrico, vulnerabilidade hídrica ou água não disponíveis por países (WWAP, UNESCO, 2015), Página 20.

**FIGURA 2** – Valores do consumo médio per capita de água por dia (indicador IN022) dos prestadores de serviços participantes do SNIS, em 2012 e na média dos últimos três anos, segundo estado, região geográfica e Brasil para Regiões Norte e Nordeste, Página 31.

**FIGURA 3** – Valores do consumo médio per capita de água por dia (indicador IN022) dos prestadores de serviços participantes do SNIS, em 2012 e na média dos últimos três anos, segundo estado, região geográfica e Brasil para Regiões Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, Página 33.

**FIGURA 4** – Fonte: Hidrografia (Adaptada da SUDENE, 1970 e Imagens de Satélite LANDSAT 7, 2000 e 2001); Limite Estadual (IBGE, 2000); Bacias Hidrográficas (SEMARH, 2004), Página 37.

**FIGURA 5** – Imagem ilustrativa do Planejamento de Obras de Saneamento, Tratamento e Distribuição de Água e Esgoto para o Estado da Paraíba para o Cenário 2025 como apresentado pela ANA (2010). Fonte: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas\\_ANA\\_Vol\\_02\\_Regiao\\_Nordeste.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas_ANA_Vol_02_Regiao_Nordeste.pdf) , acessado em 15OUT15 as 14h32 por Márcio Dionísio de Souza, Página 38.

**FIGURA 6** – Quadro do abastecimento de água na Paraíba com base nos dados da ANA (2010). Fonte: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas\\_ANA\\_Vol\\_02\\_Regiao\\_Nordeste.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas_ANA_Vol_02_Regiao_Nordeste.pdf) , acessado em 15OUT15 as 14h48 por Márcio Dionísio de Souza, Página 39.

**FIGURA 7** – Apresentação da Vazão m<sup>3</sup>/h das Principais ETAs da Paraíba, fonte (FIGUEIRÊDO; LIMA; MEDEIROS, 2012), apud. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: Acesso em: 21 fev. 2011, Página 39.

**FIGURA 8** – Mapa Ilustrativo: Brasil, Paraíba, Queimadas / PB, ETA-Gravatá (AUTOR, 2015), Página 42.

**FIGURA 9** – Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Campina Grande / PB. Fonte: ANA, Atlas do Abastecimento de Água, Sistema Integrado de Campina Grande (MAIO, 2009). Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=1434>. Último acesso em 20JUN13, as 11h03, Página 43.

**FIGURA 10** – Dados de população atendida pela CAGEPA através da ETA de Gravatá nos oito municípios pesquisados elaborada pelo AUTOR, 2015, Página 50.

**FIGURA 11** – Oferta de Água (Litros / Habitante / Dia) para os oito municípios pesquisadas tendo com fonte SNIS 2010, AUTOR 2015, Página 52.

**FIGURA 12** – Demanda de Água (Litros / Habitante / Dia) para os oito municípios pesquisadas tendo com fonte ANA 2010, AUTOR 2015, Página 53.

**FIGURA 13** – Dados relativos Oferta & Demanda de Água (Litros / Hab. / Dia) complementares ao SNIS 2010, ANA 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015, Página 56.

**FIGURA 14** – Fórmula para o cálculo de T-Student, Teoria de Pearson (PEARSON, 1895), Página 57.

**FIGURA 15** – Teste-T (T-student) de PEARSON (1895) processado no Excel 2013 para análise de correlação amostral dos dados dos oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá pesquisada neste trabalho, elaborada pelo AUTOR, 2015, Página 58.

**FIGURA 16** – Linha de Tendência T-Student para os dados relativos Oferta & Demanda de Água (Litros / Hab. / Dia) complementares ao SNIS 2010, ANA 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015, Página 58.

**LISTA DE TABELA**

**TABELA 1** – Dados complementares do SNIS 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015, Página 54.

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	16
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	24
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	26
<b>4.1. Objetivo Geral</b> .....	26
<b>4.2. Objetivos Específicos</b> .....	26
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	27
<b>5.1. Água como Direito Universal</b> .....	27
<b>5.2. Leis Ambientais Aplicáveis as Questões da Água</b> .....	27
<b>5.3. Política Nacional de Saneamento</b> .....	28
<b>5.4. Agência Nacional de Águas</b> .....	30
<b>5.5. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento</b> .....	31
<b>5.6. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba</b> .....	33
<b>5.7. Conceituação de Oferta de Água</b> .....	33
<b>5.8. Conceituação de Demanda de Água</b> .....	34
<b>5.9. Água para Consumo Humano</b> .....	36
<b>5.10. Principais Estações de Tratamento de Água da Paraíba</b> .....	37
<b>6. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	41
<b>6.1. Caracterização do Levantamento de Dados</b> .....	41
<b>6.2. Caracterização da ETA de Gravatá</b> .....	42
<b>6.3. Caracterização do Sistema Integrado da ETA de Gravatá</b> .....	43
<b>6.4. Caracterização dos Municípios na Área de Cobertura da ETA Gravatá</b> .....	44
<b>6.5. Caracterização Geopolítica dos Municípios Atendidos pela ETA Gravatá</b> ....	45
<b>6.6. Coleta de Dados</b> .....	46
<b>6.7. Levantamento da Oferta &amp; Demanda de Água nos Municípios Pesquisados</b> .	47
<b>6.8. Oferta dos Municípios Atendidos pela ETA de Gravatá</b> .....	48
<b>6.9. Demanda dos Municípios Atendidos pela ETA de Gravatá</b> .....	49
<b>6.10. Definição da Relação Oferta &amp; Demanda de Água</b> .....	49
<b>7. RESULTADOS &amp; DISCUSSÕES</b> .....	50
<b>7.1. População Atendidas no Sistema Integrado da ETA de Gravata</b> .....	50
<b>7.2. Oferta de Água nos Municípios Pesquisados</b> .....	51
<b>7.3. Demanda de Água nos Municípios Pesquisados</b> .....	53
<b>7.4. Processamento dos Dados</b> .....	54
<b>7.5. Análise da Oferta versus Demanda</b> .....	56
<b>7.6. Análise da Oferta &amp; Demanda com T-Student</b> .....	57
<b>8. CONCLUSÕES</b> .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

A Declaração do Milênio (UN, 2000) firma oito metas das quais três possuem relação direta com o saneamento ambiental e acesso à água, além de apresentar como desafio “*reduzir pela metade a proporção da população sem acesso à água potável até 2015*”, considerando como linha de base o diagnóstico realizado no ano de 1990, como ano de referência. Isso representava, no início dos anos 2000, uma população de 1,1 bilhão de pessoas sem acesso à água e 2,6 bilhões sem acesso a serviço de esgoto e saneamento<sup>1</sup>.

Ao observar o panorama global, AUGUSTO (2012) relaciona a concentração da população mundial e a disponibilidade de água doce e descreve que o continente asiático concentra 59,8% da população mundial — apenas a China e a Índia acumulam população estimada em 1,357 bilhão e 1,252 bilhão de pessoas, respectivamente — entretanto, com apenas 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Contudo, as Américas concentram juntas 13,6% da população mundial e 41% da água disponível. Se comparado com outros países, ainda segundo AUGUSTO (2012), no Brasil as desigualdades na relação disponibilidade de água são mais significativas, uma vez que o país concentra 2,8% da população mundial e 12% da água doce do planeta, mas sua distribuição e sua cobertura estão totalmente comprometidas.

No Brasil, conforme dados oficiais e publicados no Atlas Brasil para o Abastecimento Humano de Água, Atlas Brasil (2012), a demanda projetada de água para 2015 é maior nos Estados de São Paulo (141,2 m<sup>3</sup>/s), Rio de Janeiro (72,5 m<sup>3</sup>/s) e Minas Gerais (50,5 m<sup>3</sup>/s) e menor nos Estados de Roraima (1,6 m<sup>3</sup>/s), Amapá (2,3 m<sup>3</sup>/s) e Acre (3,4 m<sup>3</sup>/s). Na Paraíba, a demanda projetada é de 9,1 m<sup>3</sup>/s.

Para o futuro, o mesmo Atlas Brasil (2012) mostra que a projeção da demanda para 2025 de água é de: São Paulo (151,8 m<sup>3</sup>/s), Rio de Janeiro (79,0 m<sup>3</sup>/s), Minas Gerais (55,6 m<sup>3</sup>/s), Roraima (1,9 m<sup>3</sup>/s), Amapá (2,8 m<sup>3</sup>/s) e Acre (4,2 m<sup>3</sup>/s). Para a Paraíba, a previsão é de 9,8 m<sup>3</sup>/s.. Desse modo, verifica-se, ao utilizar uma mesma metodologia, a crescente demanda de água para consumo humano em patamares que o planeta não consegue mais atender. Ainda segundo REBOUÇAS (1994 & 1997), no Brasil — e em especial na Região Nordeste —, os cenários parecem ainda mais graves. Todavia, nem sempre isso se confirma em números. Os pernambucanos dispõem de 1.320 m<sup>3</sup>/hab./ano; os baianos, 3.028

m<sup>3</sup>/hab./ano; os piauienses, 9.608 m<sup>3</sup>/hab./ano, o que pode ocasionar surpresa em alguns leitores, uma vez que o piauiense teria disponibilidade de água *per capita* semelhante aos norte-americanos, o que parece não fazer sentido. Mesmo que surpreendentes, esses são dados oficiais disponíveis.

Ao se observar o consumo urbano de água no Brasil, segundo CARMO; DAGNINO; JOHANSEN; CAVALLINI (2014), verifica-se crescimento de mais de 4.000% no consumo de água *per capita* no Brasil, entre 1974 e 2008, o que demonstra também a gravidade do problema. Para OLIVEIRA (2002), boa parte da demanda acontece em decorrência de desperdício. Segundo o mesmo autor, o desperdício acontece quando toda a água disponível em um sistema hidráulico é perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim, ou ainda quando se utiliza para uma atividade fim de forma excessiva. Quando se observa questões sociais e acesso à água potável, segundo REZENDE; WAJNMAN; CARVALHO; HELLER (2007), a oferta e a demanda de serviços de saneamento no Brasil refletem exclusão social. Verifica-se que domicílios com chefes de família do sexo masculino, jovem, de cor preta, escolaridade baixa, cujos domicílios possuem elevado número de moradores e baixa renda, têm até 100 vezes menos chances de acesso a serviços de saneamento no Brasil, se comparado com outros grupos. Desse modo, “*o planeta ainda não conseguiu descobrir como proporcionar recursos suficientes para o bem-estar das pessoas na direção de um desenvolvimento sustentável*”, como postula SILVA (2013).

Reconhecida a gradativa redução do acesso à água, como recurso natural esgotável e o desafio de seu uso eficiente e sustentável, esta **dissertação “coloca uma lupa” na relação entre oferta e demanda de água para consumo humano provida aos municípios atendidos para Estação de Tratamento de Água de Gravatá, de Campina Grande (PB)**, de modo a contribuir para consolidação, difusão e sistematização do conhecimento científico para, no longo prazo, influenciar pessoas e o poder público na direção de mudanças sustentáveis.

## 2. JUSTIFICATIVA

Relatórios do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2006) repetidamente afirmam que as populações mais afetadas pelas mudanças climáticas e conseqüentemente ao limitado acesso à água para consumo humano serão as mulheres e crianças, principalmente nos países mais pobres do mundo. Semelhantemente, dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, 2005) mostram que o acesso à água potável para o consumo humano<sup>ii</sup> é um desafio mundial que afeta e afetará ainda mais as mulheres e crianças. Esse desafio tem se mostrado como uma questão crucial também para saúde pública em Regiões de Semiárido e nos países mais pobres, em face da prevalência de doenças de veiculação hídrica, que contribui para o aumento da mortalidade infantil (World Bank, 2010) e viola um direito humano<sup>iii</sup> fundamental (LUNA, 2011): acesso à saúde.

A Agência Nacional de Águas (ANA), em seu Atlas Brasil (2012), sinaliza que 40% da população brasileira não têm adequado acesso à água e ao saneamento. Conhecidamente, a maior parte da disponibilidade de água doce do Brasil está na Bacia Amazônica (70% dessa disponibilidade) em região de menor densidade populacional, o que justifica o desvio padrão. Tal disparidade pode ser também verificada, comparativamente, na Região Nordeste: região mais árida e pobre do Brasil, que concentra 30% da população brasileira e apenas 5% da água doce, como postula MONTEIRO (2003).

Voltando ao cenário mundial, estudos realizados pelo World Resources Institute (WRI, 1990) sinalizam que a disponibilidade total média de água em países de economia forte é de 2.162 m<sup>3</sup>/hab./ano (ou 5923,29 litros per capita por dia). REBOUÇAS (1994) afirma que a Alemanha dispõe de 1.160 m<sup>3</sup>/hab./ano (ou 3178,08 litros per capita por dia) e a França de 3.030 m<sup>3</sup>/hab./ano (ou 8301,37 litros per capita por dia). O mesmo autor considera disponibilidade, e não consumo de água per capita, em suas análises. Mesmo assim, percebe-se que os Estados Unidos da América dispõem de quase dez vezes mais água que a Alemanha ou quase cinco vezes mais que a média entre as economias mais fortes do mundo.

Para facilitar a comparação, ao se considerar a população de São Paulo, da ordem de 41.262.199 (IBGE, 2010) para uma demanda projetada de 141,2 m<sup>3</sup>/s, teríamos de 295,66

litros *per capita* por dia nesse Estado. Enquanto em Roraima, com população de 450.479 (IBGE, 2010) e demanda projetada de 1,6 m<sup>3</sup>/s, teríamos 306,89 litros *per capita* por dia, o que em números totais pode-se considerar como absurdo, mas ainda bem abaixo das expectativas para países de economia forte como os Estados Unidos, uma sociedade orientada por uma economia de consumo em que a disponibilidade é de 9.940 m<sup>3</sup>/hab./ano (ou 27.232,90 litros *per capita* por dia).

Não se pode confundir disponibilidade com demanda projetada, uma vez que a WRI (1990) e o Atlas Brasil (2012) consideram bases de cálculo e metodologias diferentes. Mas esses números, sim, nos permitem a reflexão e a certeza de que tanto disponibilidade quanto demanda nos Países e Estados citados ainda se mostram muito elevadas se comparadas com as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS), seja: 7,5 litros de água *per capita* por dia para uso doméstico ou 20 litros *per capita* por dia de fonte de até um quilômetro de distância para usuários de poços (OMS, 2003). Para as projeções de demanda, utiliza-se ainda, com base na OMS, o parâmetro de 110 litros *per capita* dia para consumo humano de vários habitantes, que claro inclui os usos domésticos e de higiene. O Programa Conjunto de Monitoramento da OMS / UNICEF, que produz o Levantamento Global de Dados de Abastecimento de Água e Esgoto, descreve como acesso razoável '*a disponibilidade de pelo menos 20 litros per capita por dia de uma fonte em até um quilometro de distância dos seus usuários*' (OMS / UNICEF, 2000)".

Vale salientar que a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2015), a maior companhia de saneamento, água e esgoto da América Latina — com base nos dados da ONU e ANA, *apud* —, considera que cada pessoa necessita de "*110 litros de água por dia para atender às necessidades de consumo e higiene (...) No entanto, no Brasil, o consumo por pessoa pode chegar a mais de 200 litros/dia*". A SABESP também utiliza o mesmo parâmetro para cálculo da demanda de água em sua área de cobertura: o Estado de São Paulo.

A Lei 6.938, de 1981, já estabelecia a Política Nacional do Meio Ambiente, como resposta à degradação enfrentada nas duas décadas anteriores. Esta Lei traz inovação e *vanguarda* ao transferir o ônus da prova a quem violasse a legislação: Leis de Crimes Ambientais. Posteriormente, em 1985, a Lei 7.347 resguardava aos cidadãos e às instituições o direito e o dever de postular interesses difusos por meio de Ação Civil Pública,

o que também se caracterizou como avanço para proteção ambiental. Mais tarde, com a reformulação da Constituição Federal de 1988, outras Leis mereceram também destaque, entre elas: a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97); Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99); do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000); Controle da Poluição Causada por Óleo (Lei 9.966/2000); Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.433/97).

Percebe-se que os anos posteriores a 1988 serviram para normalização de leis específicas, que viriam reger as questões sociais, econômicas e ambientais no Brasil, em seus Estados e Municípios. Vale citar também o Plano Nacional de Saneamento de 1971 (BRASIL, 1968 & 1971), comentado por FABRINI (1987) e MELO (1989).

Todavia, as políticas relativas ao “Uso da Água” dependiam de normalização específica de Estados e Municípios, o que aconteceu lentamente nos anos subsequentes a 1971 e 1988, principalmente. Isso trouxe grandes disparidades locais e recebeu forte influência de atores sociais com claros interesses econômicos e políticos, entre eles os decorrentes da pressão para exploração imobiliária e mineradora. Percebe-se desde então que municípios economicamente sólidos, ou com grandes indústrias, tinham em um primeiro momento mais acesso à água potável, independentemente de sua disponibilidade, o que já era um indicativo de que a disponibilidade de recursos e o acesso à água tendem a ter uma relação direta, independentemente da disponibilidade do recurso hídrico em grande escala (AUTOR, 2015), tema este que deverá ser aprofundado em pesquisas posteriores<sup>iv</sup>.

A Política Nacional de Saneamento (Lei 11.445/2007) reforça definir não apenas os princípios fundamentais para os serviços públicos de saneamento básico no Brasil mas também define o exercício da titularidade, incluindo os direitos e deveres dos usuários que recebem a prestação de serviços regionalizados, que, mais bem planejados e geridos, devem atender a todos, mas sempre regulados por entidade de interesse público assim designada, respeitadas as regulações, aspectos econômicos, sociais, técnicos e, principalmente, o controle social para as questões da água, meio ambiente e saúde, como declara SPOSATI (1992): “*O primeiro problema seria quanto à concepção sobre a incidência do controle social*”.

AUGUSTO (2012), em seu artigo, afirma que o contexto global e nacional ainda se depara com alguns desafios quanto ao acesso adequado à água de consumo humano e a algumas contradições de Política Nacional, principalmente no que se refere a como cumprir as diretrizes nacionais em um contexto de desigualdade territorial, limitados recursos financeiros, com boa gestão dos recursos hídricos, operacionalmente, e a universalização do acesso à água, em face dos múltiplos conflitos de uso da água.

A legislação ambiental brasileira pode ser considerada como de referência para vários países, mas sofre nas deliberações e execução das políticas públicas, até em nível federal, como descreve FONSECA (2012):

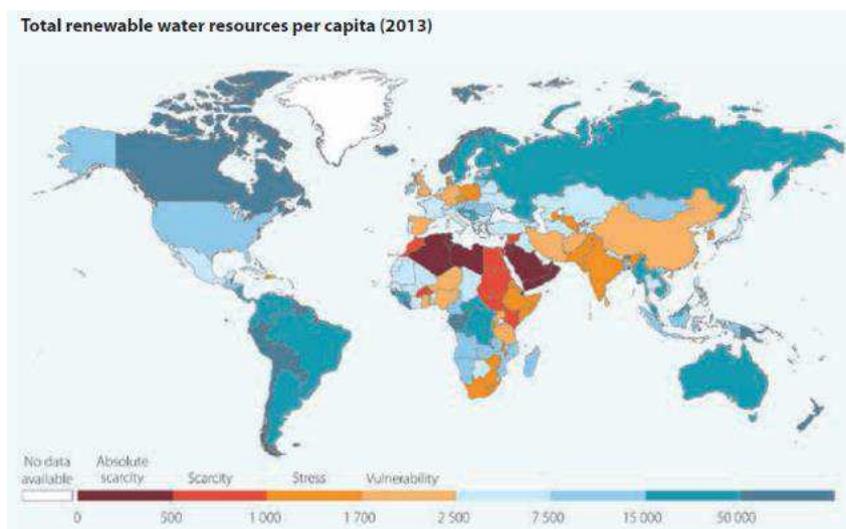
*“O esvaziamento do elemento técnico poderia gerar prejuízo no que se refere à qualidade dos atos e deliberações emanadas no CONAMA, gerando prejuízos (...). O mais desafiador talvez seja entender como mesmo havendo as leis, um poder público mais ativo, uma sociedade mais participativa, as instituições que fiscalizam e tecnologias disponíveis para medições” FONSECA, 2012.*

Quando se trata do acesso à água potável de qualidade, apenas em 1986, o Ministério da Saúde criou Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, mas sua implantação após quase 20 anos ainda tem se mostrado um desafio complexo, que demanda aprofundamento, estudos e recursos. O desperdício é outro desafio latente na busca pelo acesso à água em quantidade, localmente. Segundo CORTEZ (2009), o consumo e o desperdício são duas faces das desigualdades. Ainda para AUGUSTO (2012), a cobrança pelo uso da água foi outro fator importante e indutor em sua economia e na prevenção de desperdícios, que é classificado como algo que parte de situações de carência absoluta podendo até chegar ao “desperdício franco”. Algumas pesquisas, já sistematizadas em artigos, sinalizam para importância de um abastecimento de água de qualidade e em quantidade, além de mostrar os riscos decorrentes do desequilíbrio entre oferta e demanda de água em várias regiões. AMARAL (2003) identificou, em pesquisa sobre água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais, que, em alguns casos, 96,7% de água de consumo humano estavam fora dos padrões microbiológicos de

potabilidade para água. Na Argentina, ECHENIQUE (2006) demonstra alterações na qualidade da água decorrente do desequilíbrio entre oferta e demanda de água. Mesmo países economicamente viáveis, como os Estados Unidos, já apresentam estudos sobre qualidade, demanda e abastecimento de água em grandes cidades. Segundo RICCI (2001), em seu artigo “*global water quality, supply and demand: implications for megacities*”, publicado pela Federação de Cientistas Americanos<sup>v</sup>, esse problema é recorrente.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (WWAP, UNESCO, 2015) relata projeções avassaladoras: em 2050, a demanda de água terá crescido 55%, que águas subterrâneas terão reduzido em 20% em todo o mundo; que serão necessários USD 53 bilhões (dólares) para prover água para o mundo; que os países pobres precisão de 100% mais produção agrícola para atender sua demanda interna; a demanda de água para indústria crescerá 400%. A UNESCO ainda prevê (WWAP, UNESCO, 20015), já em 2030, que 40% do mundo terá deficit hídrico; há indicativos de crescimento de 40% das comunidades e favelas. Em 2035, 70% dos países terão problemas com água potável em 90% desses problemas acontecerão nos países pobres.

A FIGURA 01, que segue, apresenta a maioria dos países mais pobres do mundo sofrendo também de vulnerabilidade hídrica ou situações ainda piores na previsão per capita para 2013. **Quaisquer que sejam as previsões, o cenário já é crítico e tende a piorar sem emergencial e eficiente gestão dos recursos hídricos.**



**FIGURA 01** – Mapa do total de recursos hídricos renováveis per capita disponível no mundo com classificações de escarificidade absoluta, escarificidade, stress hídrico, vulnerabilidade hídrica ou água não disponíveis por países (WWAP, UNESCO, 2015).

Dessa forma, estamos cada vez mais distantes da Declaração Universal dos Direitos da Água (UN,1992) e do Direito à Vida. A Organização das Nações Unidas (ONU), em seu Levantamento Global Anual sobre Água (UN GIAAS Report, 2012), afirma que aproximadamente 80% dos países pesquisados reconhecem a água como Direito Humano. Mas somente 50% reconhecem saneamento como Direito Humano, não havendo a maioria desses países estabelecido ainda qualquer critério para alocação de recursos para esses fins. Para a população pesquisada, fora identificado aumento de 3% nos investimentos em saneamento e água, para o período de 2008 a 2010.

Entretanto, esses investimentos ainda são insuficientes para afetar positivamente quaisquer indicadores globais, principalmente os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio<sup>vi</sup> (ODM) estabelecidos pela ONU (ONU, 2000) com apoio de 191 países. O mesmo relatório (UN GIAAS Report, 2012) afirma ainda que menos de 20% dos países reportaram à ONU ter alguma forma de recursos humanos alocado para gestão das águas e 82% desses países reconhecem ter essa capacidade ainda em desenvolvimento ou não disponível como necessário. Apenas 10% dos países relatam ter mulheres como profissionais alocados para gestão das águas, ressaltando, portanto, a questão de gênero relacionada à gestão dos recursos hídricos.

No Brasil, SOARES (2002) demonstra relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente; RESENDE (2007) mostra que as variáveis ligadas à oferta das redes de água e esgoto têm maior impacto sobre a presença desses serviços nos domicílios do que as variáveis ligadas à demanda; RASELLA (2012) demonstra o impacto de doenças decorrentes por não acesso à água e saneamento de qualidade na Bahia.

Quando se trata do acesso a esgotamento sanitário ou de fossa séptica, segundo dados dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE (2010), mais de 80% dos moradores, em áreas urbanas, possuem acesso. Todavia, na Paraíba esses dados não se encontram totalmente organizados ou disponíveis.

**Todavia, culpar organizações públicas ou empresas parece ser o caminho mais fácil. Assumir nossa responsabilidade como atores ativos no processo histórico, denunciando, tomando responsabilidade e principalmente mudando o nosso comportamento de consumo para influenciar as organizações, parece ainda ser um**

**longo caminho. Pensar as questões ambientais na perspectiva do direito é nos permitir dar voz e vez a milhares de pessoas que são vítimas invisíveis de ações perversas, na busca do vil metal, que comprometem esta e as próximas gerações, AUTOR (2014).**

Em Campina Grande-PB há a Lei Municipal, nº 4.720, de 24 de março de 2009, que descreve ser “*violação usar de mangueira para lavar calçada, fachada ou interior de imóvel, ou veículo, bem como manter torneira desnecessariamente aberta e ainda negligenciar sobre vazamento em tubulação hidráulica, ou qualquer ato que caracteriza desperdício de água*”. Contudo, sem fiscalizações ou autuações que possam demonstrar sua implementação, uma vez que essas práticas são ainda evidenciadas no cotidiano da cidade.

A macrorregião de Campina Grande (PB) tem se mostrado uma das mais relevantes do Nordeste, com destaque para formação acadêmica, desenvolvimento tecnológico e inovação, tendo sido a cidade onde fora instalada uma das primeiras unidades de tratamento de água do Brasil. Mas o saneamento básico ainda não atinge toda a sua população e o acesso à água potável para consumo humano ainda não se encontra em quantidade e qualidade, segundo padrões da ABNT/NB 589 (1989). Ironicamente tudo isso parece estar nos futuros planos de governos ou ficará apenas como registro histórico<sup>vii</sup>, como relata RANGEL JUNIOR (2013). Portanto, mesmo com elevado acesso à educação formal, a **macrorregião de Campina Grande (PB) permanece longe do acesso à água de qualidade e em quantidade a toda população.** É perceptível em vários meses do ano a turbidez da água, dita como tratada, que chega às casas, além da constante *supercloração* para mitigar a contaminação no sistema integrado de abastecimento de água por pressão negativa, entre outros. A contaminação da água provida para macrorregião de Campina Grande (PB) tem sido objeto de estudo de vários trabalhos acadêmicos e comprovam sua vulnerabilidade.

*“A avaliação dos parâmetros de qualidade da água do sistema ETA-Gravatá revelou a presença de não conformidades tanto do reservatório Epitácio Pessoa (água bruta) como na água potável. Os maiores percentuais foram encontrados para cor (26,2%) e turbidez (22,3%) tratada. Tal fato serve de alerta para a Concessionária local.” (SILVA JUNIOR, 2007)<sup>viii</sup>*

Este trabalho contribuirá não apenas para colocar uma lupa na problemática do abastecimento de água **nos municípios atendidos pela ETA de Gravatá**, mas pretende também potencializar formação reflexiva e crítica da comunidade acadêmica visando contribuir para formulação de políticas públicas no Brasil ao abordar um **estudo científico sobre a oferta versus demanda de água na área de influência da unidade da Estação de Tratamento de Água de Gravatá**, além de conscientizar leitores sobre a necessidade de mudança nos hábitos de consumo e desperdício de água.

Dito isso, este estudo se justifica não apenas pelos pontos já apresentados, mas sem ele não seria possível **avaliar cientificamente se a oferta de água da ETA Gravatá realmente atende à demanda nos municípios cobertos pela ETA ou se a distribuição desordenada, com base na capacidade de processamento e disponibilidade água no sistema, induz a uma distribuição e ao consumo abusivo se comparado com outras regiões e estudos já realizados**, uma vez que a média de consumo de água nesse município parece ser elevada se comparada com dados de consumo médio para América Latina, o que poderia por si só se caracterizar indução de consumo pela excessiva oferta de água provida pelo Estado, que parece não utilizar o melhor de seus recursos na ordenada, eficiente e eficaz gestão de recursos naturais, em especial os dos recursos hídricos, hoje tão escassos.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 2005) considera que um homem adulto entre 19 e 70 anos de idade demanda 2,5 litros de água para consumo humano por dia e que **a necessidade mínima *per capita* seria de 7,5 litros de água por dia para atender às necessidades afins aos usos domésticos (OMS, 2003)** ou 2.737 litros *per capita* por ano, conforme documento fonte revisado e aceito em 12 de janeiro de 2009 pela mesma organização. Alguns autores consideram 7,5 litros como não suficientes. GLEICK (1996) sugere 50 litros como parâmetro de demanda de consumo *per capita* por dia para usos domésticos.

Quando se reflete sobre o cenário de pesquisa mundial, uma das instituições de maior credibilidade para temática água e alimento é o “*Consultative Group on International Agricultural Research*” (CGIAR)<sup>ix</sup>. Um dos Centros de Pesquisa do CGIAR, International Food Policy Research Institute (IFPRI), com sede em *Washington District*, tem pesquisado formalmente a temática água, consumo e demanda, desde 1979. Em 2002, o IFPRI, sob a liderança de pesquisa de ROSEGRANT (2002), publicou um dos mais relevantes documentos referentes à água e ao alimento: “*World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*”. Os autores dessa obra mostram como são gerenciados os recursos hídricos em um mundo em que os estoques de água podem levar à fome, à pobreza e ao conflito. No mesmo documento, JONES (1995) afirma que a América Latina tem custos de irrigação superiores aos da Ásia e que, no que se refere à demanda de água, os cenários parecem ainda piores.

*“A demanda doméstica de água para habitações, com água canalizada, decresce significativamente em função da economia de água (...) demanda de água per capita, em casas com água canalizada”*  
(ROSEGRANT, 2002. Pag. 167. Trad. AUTOR, 2014).

Em 2002, o IFPRI - sob a liderança de pesquisa de ROSEGRANT (2002) - publicou um dos mais relevantes documentos sobre água e alimento: “*World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*”. Os autores desta obra mostram como são gerenciados os recursos hídricos em um mundo que os estoques de água podem levar à fome, à pobreza e ao conflito.

Não é coincidência afirmar que alguns Estados do Sudeste, em especial o Estado de São Paulo, já enfrentam esta realidade de crise. MARENGO (2007) já previa com dados científicos eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI e, recentemente, cientistas renomados postularam em “*Carta de São Paulo*, (Dezembro, 2014)”<sup>x</sup> que: há uma real ameaça hídrica no Sudeste e que parte dessa crise se deve ao fato de a gestão não ter evoluído satisfatoriamente para enfrentar a crise hídrica de forma interdisciplinar e sistêmica.

Tomando como referência dados oficiais de instituições credenciadas, como a ANA, IBGE, Governos, Ministérios e Secretaria, CAGEPA, SNIS, ONU, PNUD, IFPRI, WHO, entre outras referências e artigos acadêmicos recentes, **pode-se perceber que a gestão dos recursos hídricos, a crise da água e seus usos inadequados são problema recorrentes em vários locais do mundo e que, aparentemente, não se identifica qualquer relação entre oferta e demanda de água para consumo humano provida aos municípios atendidos pela ETA de Gravatá**, como demonstrado em seguida e posteriores análises.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo Geral**

Analisar a relação entre a oferta e demanda de água nos municípios atendidos pela Estação de Tratamento de Água de Gravatá.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Levantar os dados oficiais relativos à oferta de água nos municípios atendidos pela Estação de Tratamento de Água de Gravatá;
- Levantar os dados oficiais relativos à demanda de água nos municípios atendidos pela Estação de Tratamento de Água de Gravatá;
- Estabelecer relação entre oferta e demanda de Água para os municípios atendidos pela Estação de Tratamento de Água de Gravatá.

## 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1. Água como Direito Universal

Em março de 1977, a Conferência das Nações Unidas sobre Águas, realizada na cidade de Mar Del Plata, reconheceu pela primeira vez em escala mundial — dentro de seu Plano de Ação — a água como um Direito Humano difuso. O entendimento de consenso foi que todas as pessoas, independentemente de seu estágio de desenvolvimento econômico ou social, teriam o direito à água potável em quantidade e com qualidade.

Em janeiro de 1992, a Conferência Internacional sobre Água e Desenvolvimento Sustentável, realizada em Dublin, estabeleceu no seu Quarto Princípio a questão do acesso à água potável. Em julho do mesmo ano, a Eco 92, na cidade do Rio de Janeiro, endossou no Capítulo 18 da Agenda 21 a Resolução de Mar Del Plata.

Em abril de 2011, a “*Human Rights Council Resolution*” decide dar para o Direito à Água o mesmo *status* dos Direitos Humanos, por três anos, visando sanar o problema mundial do acesso à água potável e a serviços sanitários no mundo, conforme demandam as Metas do Milênio. Após todos esses fatos, reconhecidos os esforços e muitos avanços, ainda 605 mil pessoas devem sofrer em 2015 por falta de água, com base no mesmo relatório.

### 5.2. Leis Ambientais Aplicáveis as Questões da Água

A Lei 6.938 já estabelece, em 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), entretanto com limitações em face do crescente avanço da degradação ambiental ocorrido na década de 1980, em parte mitigada com a chegada em 1988 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), que transfere o ônus da prova ao poluidor pela Lei de Crimes Ambientais. Antes mesmo de 1988, a Lei 7347/85 já garantia aos cidadãos e às instituições o direito e o dever de postular direitos difusos por meio de Ação Civil Pública. Posteriormente, outras Leis merecem também destaque, entre elas: Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97), da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei

9.795/99), do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000), do Controle da Poluição Causada por Óleo (Lei 9.966/2000), Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.433/97).

Após a Constituição Federal supracitada, várias normalizações ocorreram para que tanto a Política Nacional quanto a nova legislação pudessem ser efetivas. Até mesmo as organizações passaram por grandes mudanças, até mesmo o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) — sistema criado para executar a Política Nacional de Meio Ambiente — e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), normalizado por meio da Lei 7.735/89, seu Ministério do Meio Ambiente mediante Lei 8490/92. Crises posteriores levaram à criação do Instituto Chico Mendes mediante Lei 11.516/07, que assume a maioria das responsabilidades outrora do IBAMA.

A legislação ambiental brasileira pode ser considerada como de referência para vários países. Entretanto há ainda grande distância entre a normalização e as práticas encontradas no decorrer desta pesquisa. O mais desafiador talvez seja entender como mesmo havendo as leis — um poder público mais ativo, uma sociedade mais participativa, as instituições que fiscalizam e tecnologias disponíveis para medições — estas não sejam capazes de prevenir ou inibir as lacunas na coleta, uso, destinação, reuso, tratamento e distribuição de água, seja para consumo humano, seja para outros fins.

### **5.3. Política Nacional de Saneamento**

Os serviços públicos de saneamento básico devem ser fornecidos tendo como base a universalização do acesso, o suprimento da necessidade da população, garantia da disponibilidade em todas as áreas urbanas, considerando as peculiaridades de cada localidade e região, com eficiência e sustentabilidade econômica e controle social, entre outras. Sem o devido fornecimento desses serviços, está comprometida tanto a segurança hídrica como a segurança alimentar, contribuindo negativamente para o aumento de doenças de veiculação hídrica, que, para Organização Mundial de Saúde (1998), representam 65% das internações hospitalares e investimento superiores a US\$ 2,5 bilhões, por ano, no Brasil.

Para SALLES (2009), os Planos Nacionais de Saneamento de 1964 a 1985, em pleno regime militar brasileiro, foram responsáveis por um relevante avanço da cobertura de

saneamento no Brasil. Entretanto, a década de 1990 preconizou o desenvolvimento orientado pelo ganho de capital, em detrimento do meio ambiente, e questões sociais mais plurais gerando deficit significativo de 1995 a 2006, quando foi oficializada, pela Casa Civil da Presidência da República em 5 de janeiro de 2007, na forma da Lei 11.445, a Política Nacional de Saneamento, que estabelece as diretrizes nacionais de saneamento básico no Brasil.

As principais lacunas de saneamento identificadas anos antes da promulgação da Lei 11.445/2007 refletiam o crescimento populacional e o baixo investimento do Estado no acesso aos serviços de água e esgoto na década de 1990. Retomado o conceito de Estado de Direitos, o direito à água em quantidade e qualidade ganha espaço na agenda nacional. A Política Nacional de Saneamento Básico propiciou ambiências institucionais para arranjos intergovernamentais, até com a possibilidade de integração de serviços de municípios em uma dada bacia hidrográfica.

A Política Nacional de Saneamento Básico, hoje, reforça princípios fundamentais do abastecimento de água, sua disponibilidade, articulação de políticas de desenvolvimento para que os serviços públicos de saneamento básico no Brasil obtenham maior abrangência, qualidade e controle social, entre outros elementos. Fica evidente, nos artigos 10 a 13 desta mesma Lei, a responsabilidade pela prestação dos serviços de saneamento, seguida de normalização do Capítulo Terceiro. Todavia, há de concordar com as afirmações de GAMA (2010). Ele diz que “Embora já se faça consolidada institucionalmente (...) a Política Nacional de Saneamento ainda é pouco estudada em âmbito acadêmico no Brasil” e “Estado de Direito é grande demarcador dos direitos fundamentais individuais e coletivos”.

A PORTARIA Nº 518/GM, em 25 de março de 2004, postula as definições de água potável como sendo “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”, ou seja, que os sistemas de abastecimento de água para consumo humano destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável recebam todo controle da qualidade da água necessário para atender ao consumo humano, caracterizando sua potabilidade quando da ausências de coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) e coliformes termo tolerantes — tendo como principal representante à *Escherichia Coli* entre

outros descritos em seu capítulo dois, da mesma norma, sujeito à vigilância sanitária e de responsabilidade do Estado.

No Brasil, segundo dados dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do IBGE (2010), mais de 80% dos moradores, em áreas urbanas, possuem acesso ao esgotamento sanitário ou à fossa séptica. No Brasil 40% da população não têm acesso a sistema integrado de água e esgoto (ANA, 2014). **Na Paraíba, esses dados não se encontram totalmente organizados ou publicamente disponíveis na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado.**

#### **5.4. Agência Nacional de Águas**

Apenas em 27 de julho de 1999 foi criada, no Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA) — fundamentada em Lei em 17 de julho de 2000 (Lei nº 9.984). Hoje, a ANA é a instituição com a responsabilidade de gerenciar todos os recursos hídricos nacionais, regular o uso da água bruta nos corpos hídricos no Brasil e coordenar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, entre outras funções incorporadas em 2009 (Lei nº 12.058) e em 2010 (Lei nº 12.334). A Agência Nacional de Águas tem a missão de *“implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso a água, promovendo seu uso sustentável em benefício das atuais e futuras gerações”* (ANA, 2015) buscando ser reconhecida pela sociedade como referência na gestão e regulação dos recursos hídricos e na promoção do uso sustentável da água.

De algum modo, a ANA surge decorrência da Lei nº 9.433/1997, também conhecida como a “Lei das Águas”, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Para que fosse possível sua operacionalização e a garantia da água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, seria necessária a criação de um instrumento legal para a gestão dos recursos hídricos que teria entre suas atribuições proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Nesse contexto a ANA opera.

## 5.5. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

Vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades foi criado em 1996, pelo Governo Federal do Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), com o objetivo de manter atualizadas anualmente informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos em todo o Brasil. Desse modo foi possível organizar e padronizar informações públicas e dar acesso a dados relativos aos serviços de água e de esgotos desde 1995 e 2002, respectivamente.

Todos os dados e documentos produzidos pelo SNIS são públicos e estão disponíveis em [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br). Uma de suas mais relevantes publicações anuais é o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos e o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos. Como apresentando nas FIGURAS 2 e 3, O Ministério das Cidades do Brasil (2012), em seu Diagnóstico de Serviços de Água e Esgotos, apresentou valores do consumo médio per capita de água (indicador IN022) dos prestadores de serviços participantes do SNIS, em 2012, e na média dos últimos três anos, segundo estado, região geográfica e Brasil do seguinte modo:

Estado / Região	IN <sub>022</sub> (l/hab.dia) Média últimos 3 anos	IN <sub>022</sub> (l/hab.dia) Ano 2012	Variação Média / 2012
Acre	142,9	162,9	14,0%
Amazonas	153,0	157,5	2,9%
Amapá	177,6	198,5	11,8%
Pará	147,0	148,3	0,9%
Rondônia	167,2	183,0	9,4%
Roraima	150,4	152,1	1,1%
Tocantins	138,8	143,5	3,4%
<b>Norte</b>	<b>150,2</b>	<b>155,8</b>	<b>3,8%</b>
Alagoas	111,6	147,2	31,9%
Bahia	119,0	118,1	-0,7%
Ceará	131,4	125,8	-4,2%
Maranhão	168,8	219,6	30,1%
Paraíba	124,0	145,7	17,5%
Pernambuco	104,6	109,7	4,9%
Piauí	122,9	131,5	7,0%
Rio Grande do Norte	124,2	121,3	-2,3%

**FIGURA 2** – Valores do consumo médio per capita de água por dia (indicador IN022) dos prestadores de serviços participantes do SNIS, em 2012 e na média dos últimos três anos, segundo estado, região geográfica e Brasil para Regiões Norte e Nordeste.

Estado / Região	IN <sub>022</sub> (l/hab.dia) Média últimos 3 anos	IN <sub>022</sub> (l/hab.dia) Ano 2012	Variação Média / 2012
Sergipe	121,7	124,0	1,9%
Nordeste	123,0	131,2	6,6%
Espirito Santo	191,9	190,3	-0,8%
Minas Gerais	153,9	159,1	3,4%
Rio de Janeiro	239,4	244,1	2,0%
São Paulo	188,0	192,6	2,4%
Sudeste	190,1	194,8	2,5%
Paraná	141,9	146,7	3,4%
Rio Grande do Sul	152,5	149,7	-1,9%
Santa Catarina	149,2	153,0	2,5%
Sul	147,5	149,3	1,2%
Distrito Federal	186,4	188,8	1,3%
Goiás	141,3	145,2	2,7%
Mato Grosso do Sul	148,5	156,2	5,2%
Mato Grosso	162,5	145,7	-10,3%
Centro-Oeste	156,3	156,5	0,1%
Brasil	163,0	167,5	2,7%

**FIGURA 3** – Valores do consumo médio per capita de água por dia (indicador IN022) dos prestadores de serviços participantes do SNIS, em 2012 e na média dos últimos três anos, segundo estado, região geográfica e Brasil para Regiões Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

*“Em apenas 6 estados ocorrem variações maiores que 10% (Acre, 14,0%; Amapá, 11,8%; Alagoas, 31,9%; Maranhão, 30,1%; Paraíba, 17,5%; e Mato Grosso, -10,3%). No nível regional a maior variação ocorre no Nordeste, com 6,6%, enquanto que na média do país, este valor é de apenas 2,7%. No ano de 2011, a maior variação a nível regional havia sido no Norte, com 4,5%, enquanto que na média do país, a variação foi de 3,8%.” (SNIS, 2012).*

O SNIS é hoje o maior e mais reconhecido fornecedor de dados do setor saneamento brasileiro, servindo a múltiplos propósitos, até acadêmicos, contribuindo efetivamente para o planejamento e execução de políticas públicas de saneamento, a orientação da aplicação de recursos públicos e provados, tabulação e organização de dados de água e saneamento, orientação de atividades regulatórias; além de atividades regulatórias.

## **5.6. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**

Cada Estado da União possui agências executivas que fazem, localmente, a gestão das águas no Estado, articuladas e integradas com as Políticas Nacionais. Na Paraíba, essa responsabilidade está atribuída à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA), por meio de sua Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), criada em 07 de julho de 2005 por intermédio da Lei nº 7.779, para garantir a saudável implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída em 2 de julho de 1996 por meio da Lei Nº 6.308. Por meio de quatro instrumentos de gestão, a AESA realiza a articulação com a sociedade civil por intermédio da criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas; consolida o Plano Estadual de Recursos Hídricos, mapeia os aquíferos aluviais do Estado; fornece informações sobre os recursos hídricos, clima, tempo; e operacionaliza a concessão de outorga de uso das águas, licenciamentos, fiscalização, cobrança pelo uso da água, entre outras ações.

## **5.7. Conceituação de Oferta de Água**

WENHOLD (2009), em seu artigo sobre água na saúde nutricional, demonstra o balanço de entrada e saída de água para obtenção de um padrão normal de hidratação humana. Tendo como base estudos realizados também na África do Sul, este autor comprova que a quantidade de água afeta a saúde nutricional uma vez que 2.6% das mortes e disfunções foram atribuídas à água de má qualidade e condições sanitárias, com resultados ainda mais graves para crianças de até cinco anos.

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 2005) entende que um adulto demanda 2,5 litros de água por dia para consumo humano, quando se refere a um homem de 70 quilos e mais de 19 anos. Apenas como parâmetro ilustrativo, vale salientar que o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos da CAGEPA (SNIS, 2010) informa um consumo médio per capita de água para consumo humano no município de Campina Grande (PB) da ordem de 115,9 litros de água por dia por habitante, incluindo aqui fins domésticos e de higiene.

Algumas pesquisas, como descrito anteriormente, já sinalizam para importância de um abastecimento de água de qualidade e em quantidade, além de mostrar os riscos decorrentes do desequilíbrio entre oferta e demanda de água em várias regiões. A oferta de água em sistemas integrados de abastecimento é cara e requer conhecimento técnico específico de dada complexidade. Dessa feita, o desperdício hídrico representa risco à gestão dos recursos hídricos e acontece basicamente quando parte ou toda água tratada de um sistema, que deveria ser hermético, é desviada ou perdida antes mesmo da destinação final ou por seu excessivo uso. **Será que quando uma ETA provê mais água (oferta), a demanda poderia se caracterizar como desperdício hídrico e a municipalidade ou Estado poderia ser responsabilizado legalmente?** A priori, sim. Na prática, não.

De acordo com a Lei municipal de Campina Grande (PB) nº 4.720, de 24 de março de 2009, por exemplo, é violação usar a mangueira para lavar calçada, fachada ou interior de imóvel, ou veículo, bem como manter torneira desnecessariamente aberta e ainda negligenciar vazamento em tubulação hidráulica ou qualquer ato que caracteriza desperdício de água. Mas desde sua criação, não foram registrados casos de violação, o que é no mínimo estranho.

Desse modo, a oferta de água se caracteriza pelo volume disponibilizado no sistema integrado de abastecimento de água para uma dada população e seu cálculo básico ocorre ao dividir o volume provido em litros por dia pelo número de habitantes. Mas como nem toda água provida (vendida como serviço de abastecimento de água) chega até o cliente final que paga por desvios na rede de abastecimento e desperdício no sistema integrado, pode-se estimar que o valor descrito de 115,9 litros de água per capita por dia para Campina Grande (PB) poderia ser menor. Fonte: CAGEPA (SNIS, 2010).

## **5.8. Conceituação de Demanda de Água**

O Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, foi uma das primeiras normalizações do uso das águas no Brasil e delimita as águas em geral e sua propriedade. Mais recentemente, a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, melhor define os tipos e classificações dos corpos de água, suas destinações, padrões de qualidade, padrões para lançamentos de efluentes e enquadramento. O Governo atribui a Agência Nacional das

Águas a missão de “implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso à água, promovendo seu uso sustentável em benefício das atuais e futuras gerações”. Contudo, essas informações não estão facilmente disponíveis e não são totalmente atualizadas.

HESPANHOL (2003) já descrevia que, no mundo, 73% do consumo de água é destinado para irrigação, 21% para indústria e apenas 6% para consumo doméstico, que 35% da população mundial está sem acesso à água tratada e 43% não dispõe de serviços adequados de saneamento básico.

Os dados relativos às demandas e usos múltiplos dos recursos hídricos estão disponíveis apenas para o ano de 2011 e descrevem que o Brasil retira 1.841 m<sup>3</sup>/s de água, sendo 47% destinado para irrigação, 26% para consumo urbano, 17% para usos industriais, 8% para uso animal. Mas o consumo é de 986 m<sup>3</sup>/s de água, sendo 69% destinado para irrigação, 10% para consumo urbano, 7% para usos industriais e 12% para uso animal. Destaca-se, portanto, que meros 5% da água retirada vai para as cidades (1% para áreas rurais) e conseqüentemente pode ser destinada ao consumo humano; o que confirma a afirmação de SANTIN; GOELLNER (2013):

*“Recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto constituem uma fração mínima do capital hidrológico (...) os usos múltiplos da água incluem também a irrigação e a utilização doméstica, a navegação, a indústria, a mineração, o esgoto sanitário, a geração de energia, a pesca, a recreação e o turismo” (SANTIN; GOELLNER, 2013).*

O Governo do Estado da Paraíba, por meio de sua Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs), considera a demanda de água no Estado para vários fins e uso, seja o abastecimento de água humano, animal, irrigação, industrial, piscicultura, seja para uso na carcinocultura, além dos usos não consuntivos, ou seja: geração de energia elétrica e navegação.

No que tange ao abastecimento de água para consumo humano, a AESA considera aceitáveis os valores propostos pela CAGEPA, escalonados para municípios com base em suas populações que variam de 10 a 500 mil habitantes, em que o consumo per capita aceitável seria de 100 a 250 l/hab/dia, respectivamente, para as populações urbanas. Valores esses muito distantes dos recomendados pela ONU e PNUD, além de não parecer razoável aceitar que um município com população maior poderia consumir 150% a mais de água, per capita, dentro de um mesmo Estado apenas pelo critério número de habitantes. Desse modo, Campina Grande (PB) demanda 301 litros de água por habitante por dia.

### **5.9. Água para Consumo Humano**

Quanto ao tratamento de água para o consumo humano, o seu valor econômico agregado está diretamente relacionado com a qualidade da água que chega à estação de tratamento (CONSTANTINO & YAMAMURA, 2009). A água bruta apresenta várias impurezas, entre elas, as substâncias inofensivas e substâncias tóxicas, bactérias e vírus que trazem geração de despesas e prejuízo à saúde da população (FIGUEIRÊDO, 2004).

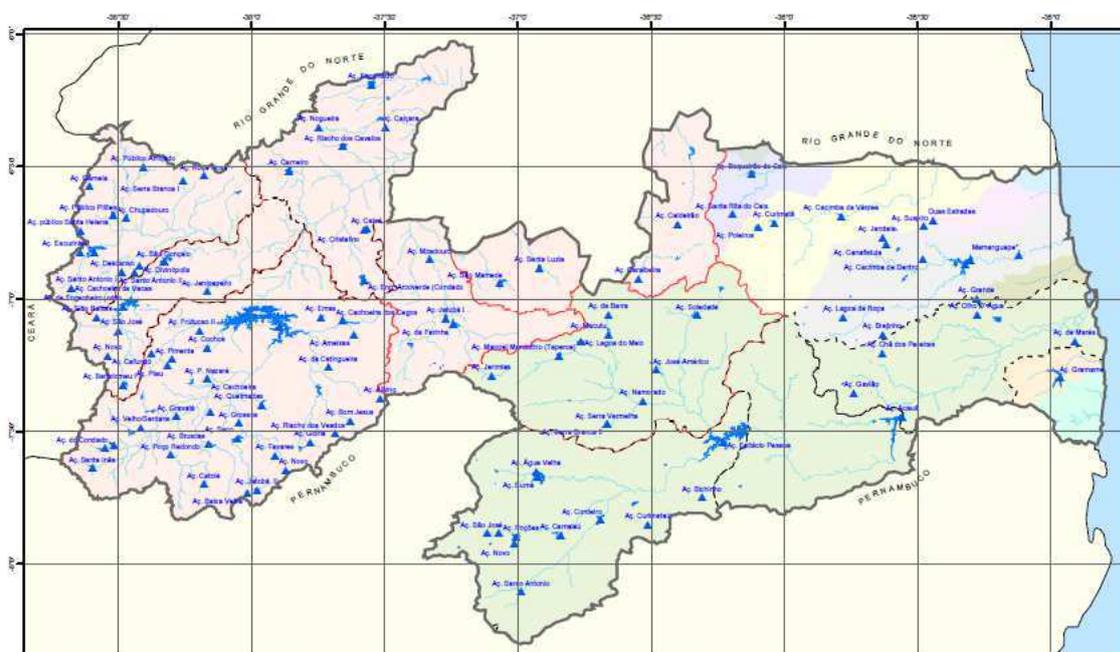
O entendimento sobre a demanda e oferta de água para consumo humano no Brasil passa obrigatoriamente pela definição de água potável que reza a Política Nacional de Saneamento Básico (2007) citada anteriormente.

Nesse contexto, toda a água provida teria que ser, necessariamente, potável. A portaria 1.469 do Ministério da Saúde, datada de 29 de dezembro de 2000, já define com clareza que a água potável precisa atender a parâmetros mínimos definidos pela União, com especial destaque para o Capítulo II, artigo 4, seja “água potável, água para consumo humano, as que atendam aos requisitos e parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos e que não ofereçam riscos à saúde humana”: (a) ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes por 100 ml; (b) turbidez aceitável de 2,0 UT em 95% das amostras para filtração lenta com limite máximo de até 5,0 UT; (c) e em conformidade com a Tabela 3 para potabilidade para substâncias químicas.

## 5.10. Principais Estações de Tratamento de Água da Paraíba

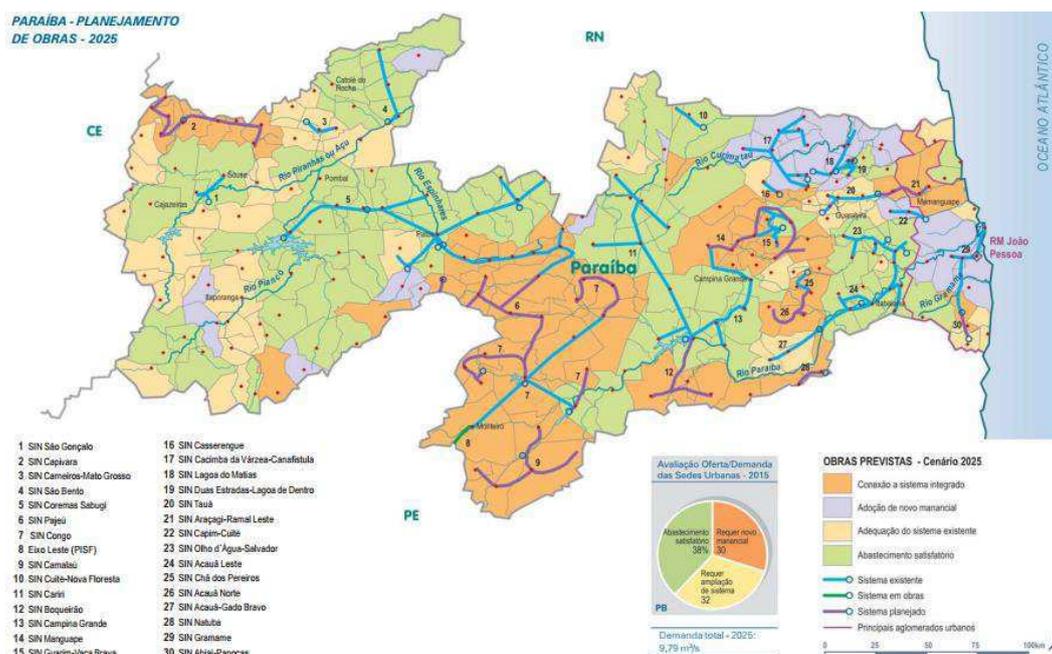
O Estado da Paraíba tem seu abastecimento de água provido por mananciais superficiais (76%), subterrâneos (8%) ou ambos (16%) nos 223 municípios, com grande predominância do abastecimento por açudes importantes como os açudes das bacias dos rios Piranhas-Açu e Paraíba, o açude Coremas-Mãe d'Água, que tem capacidade de armazenamento de 1,4 mil hm<sup>3</sup> e, assim, alimenta o sistema Coremas-Sabugi; o açude Epitácio Pessoa, também conhecido como açude de Boqueirão, com capacidade de 418 hm<sup>3</sup>, integrado ao sistema que abastece a ETA de Gravatá, Campina Grande (PB) e o sistema adutor do Cariri.

A Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAs) apresenta, FIGURA 4, o Estado da Paraíba com uma boa distribuição de açudes para o atendimento a todos os 223 municípios, até mesmo com maior concentração no Sertão do Estado, mas os volumes não são ainda capazes de atender às necessidades básicas de todas as famílias e sua qualidade, distribuição e manutenção apresentam vulnerabilidades e ausência de dados consistentes ou comparáveis em séries históricas mais relevantes.



**FIGURA 4** – Fonte: Hidrografia (Adaptada da SUDENE, 1970 e Imagens de Satélite LANDSAT 7, 2000 e 2001); Limite Estadual (IBGE, 2000); Bacias Hidrográficas (SEMARH, 2004).

De acordo com os dados da Atlas Brasil, ANA (2010), que apresenta resultados por estados, várias obras estão previstas no Planejamento de expansão e integração de sistemas de abastecimento de água para consumo humano. Um bom exemplo disso pode ser visto na FIGURA 5, que apresenta as obras previstas para Paraíba no cenário de 2025. Há previsão de investimentos da ordem de R\$ 605 milhões para os sistemas de captação, tratamento e abastecimento de água e esgoto na Paraíba de 2010 a 2025, com adequação ou ampliação.



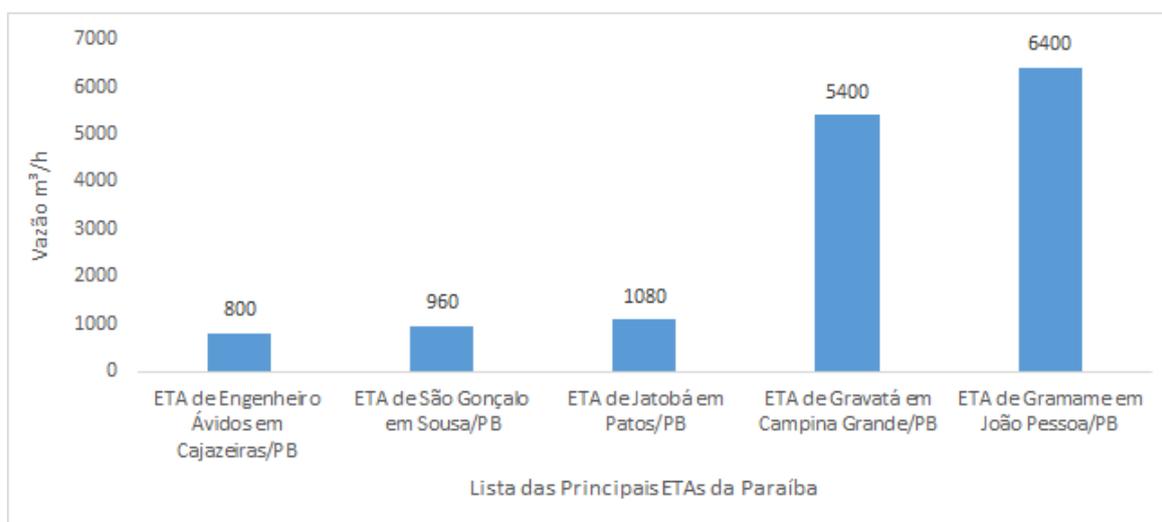
**FIGURA 5** – Imagem ilustrativa do Planejamento de Obras de Saneamento, Tratamento e Distribuição de Água e Esgoto para o Estado da Paraíba para o Cenário 2025 como apresentado pela ANA (2010). Fonte: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas\\_ANA\\_Vol\\_02\\_Regiao\\_Nordeste.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas_ANA_Vol_02_Regiao_Nordeste.pdf) , acessado em 15OUT15 as 14h32 por Márcio Dionísio de Souza.

Segundo a ANA (2010), vide FIGURA 6, há 80 sedes urbanas em condições satisfatórias quanto aos mananciais e sistemas produtores na Paraíba; 44 sedes municipais, com previsão de investimentos para adequação ou ampliação; além do aproveitamento de mananciais a serem implementados em 99 municípios.

PARAÍBA - ABASTECIMENTO DE ÁGUA				Investimento Total no Estado: R\$ 605,31 MILHÕES	
SOLUÇÃO ADOTADA	Nº DE MUNICÍPIOS	SISTEMA EXISTENTE	MANANCIAL ATUAL	MUNICÍPIOS (sedes urbanas)	INVESTIMENTOS (R\$ milhões)
Conexão a sistema integrado	36	Isolado	Superficial/misto	Alagoa Grande, Algodão de Jandira, Alhandra, Areial, Barra de São Miguel, Cacimbas, Camalau, Coxixola, Desterro, Fagundes, Gurjão, Imaculada, Itatuba, Juarez Távora, Junco do Seridó, Livramento, Mamanguape, Montadas, Natuba, Parari, Princesa Isabel, Puxinanã, Quixabá, Riacho de Santo Antônio, Rio Tinto, Santa Cruz, São Francisco, São José dos Cordeiros, São Sebastião de Lagoa de Roça, São Sebastião do Umbuzeiro, Serraia, Taperoá, Teixeira, Uiraúna, Umbuzeiro, Zabelá	335,69
	15	Isolado	Subterrâneo	Alcantil, Ampero, Areia de Baraúna, Assunção, Bernardino Batista, Cacimba de Areia, Itapororoca, Lastro, Passagem, Poço Dantas, Poço de José de Moura, Salgadinho, Santarém, São João do Tigre, Vieiraópolis	
	15	Integrado	Superficial/misto	Alagoa Nova, Arara, Esperança, Ingá, Lagoa Seca, Matinhas, Monteiro, Ouro Velho, Pocinhos, Prata, Remigio, Riachão do Bacamarte, São João do Cariri, Serra Branca, Sumé	
	3	-	-	Santa Cecília, Santo André, Sossêgo	
Adoção de novo manancial	5	Isolado	Superficial/misto	Cruz do Espírito Santo, Maturéia, Pirpirituba, São José de Caiana, Tavares	18,06
	3	Isolado	Subterrâneo	Conde, Diamante, Mãe d'Água	8,37
	19	Integrado	Superficial/misto	Araruna, Bananeiras, Bayeux, Belém, Cabedelo, Cacimba de Dentro, Caiçara, Campo de Santana, Capim, Cuité de Mamanguape, Damião, Dona Inês, Jacararé, João Pessoa, Logradouro, Pedro Régis, Riachão, Santa Rita, Solânea	179,54
	3	-	-	Baraúna, São José do Brejo do Cruz, Tenório	5,56
Adequação de sistema existente	23	Isolado	Superficial/misto	Alagoinha, Bonto de Santa Fé, Cachoeira dos Índios, Carrapateira, Curral Velho, Frei Martinho, Igaracy, Itaporanga, Lagoa, Manaira, Massaranduba, Monte Horebe, Nazarezinho, Nova Palmeira, Pedra Branca, Pilões, Santa Helena, Santa Teresinha, São José da Lagoa Tapada, São José de Piranhas, Serra Grande, Serra Redonda, Triunfo	39,70
	10	Isolado	Subterrâneo	Aparecida, Boa Ventura, Caaporá, Lucena, Mataraca, Paulista, Pitimbu, Riachão do Poço, Santa Inês, São Domingos de Pombal	6,19
	11	Integrado	Superficial/misto	Araçagi, Aroeiras, Bom Sucesso, Brejo dos Santos, Casserengue, Cuité, Gado Bravo, Guarabira, Jericó, Mato Grosso, Pilózninhos	12,20
Satisfatórios (80)	Água Branca, Aguiar, Areia, Baía da Traição, Barra de Santa Rosa, Barra de Santana, Belém do Brejo do Cruz, Boa Vista, Bom Jesus, Boqueirão, Borborema, Brejo do Cruz, Cabaceiras, Cajazeiras, Cajazeirinhas, Caldas Brandão, Campina Grande, Caráúbas, Catingueira, Catolé do Rocha, Caturité, Conceição, Condado, Congo, Coremas, Cubati, Cuité, Curral de Cima, Duas Estradas, Emas, Gurinhém, Ibiara, Itabaiana, Juazeirinho, Juripiranga, Juru, Lagoa de Dentro, Malta, Marcação, Mari, Marizópolis, Mogeiro, Mulungu, Nova Floresta, Nova Olinda, Olho d'Água, Olivados, Patos, Pedra Lavrada, Pedras de Fogo, Piancó, Picuí, Pilar, Pombal, Queimadas, Riacho dos Cavalos, Salgado de São Felix, Santa Luzia, Santana de Mangueira, Santana dos Garrotes, São Bentinho, São Bento, São Domingos do Cariri, São João do Rio do Peixe, São José de Espinharas, São José de Princesa, São José do Bonfim, São José do Sabugi, São José dos Ramos, São Mamede, São Miguel de Taipu, Sapé, Seridó, Serra da Raiz, Sertãozinho, Sobrado, Soledade, Sousa, Várzea, Vista Serrana				

**FIGURA 6** – Quadro do abastecimento de água na Paraíba com base nos dados da ANA (2010). Fonte: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas\\_ANA\\_Vol\\_02\\_Regiao\\_Nordeste.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/atlas/Atlas_ANA_Vol_02_Regiao_Nordeste.pdf) , acessado em 15OUT15 às 14h48 por Márcio Dionísio de Souza.

Dados da CAGEPA, Governo do Estado e AESA (FIGURA 7) demonstram que na Paraíba as principais Estações de Tratamento de Água (ETAs) do Estado são: ETA de Engenheiro Ávidos, em Cajazeiras (PB), com vazão de 800 m<sup>3</sup>/h; ETA de São Gonçalo, em Sousa (PB), com vazão de 960 m<sup>3</sup>/h; ETA de Jatobá, em Patos (PB), com vazão de 1.080 m<sup>3</sup>/h; ETA de Gravatá, em Campina Grande (PB), com vazão de 5.400 m<sup>3</sup>/h; e a ETA de Gramame, em João Pessoa (PB), com vazão de 6.400 m<sup>3</sup>/h (FIGUEIRÊDO; LIMA; MEDEIROS, 2012), o que demonstra a importância da ETA pesquisada neste trabalho: ETA de Gravatá.



**FIGURA 7** – Apresentação da Vazão m<sup>3</sup>/h das Principais ETAs da Paraíba, fonte (FIGUEIRÊDO; LIMA; MEDEIROS, 2012), apud. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: Acesso em: 21 fev. 2011.

Publicações mais recentes (FIGUEIRÊDO; LIMA; MEDEIROS, 2012) já sinalizam, com base nos dados oficiais da AESA, que apenas cinco ETAs estão em operação no Estado da Paraíba. Em Cajazeiras (PB), a ETA de Engenheiro Ávidos tem vazão de 800 m<sup>3</sup>/h; em Sousa (PB), a ETA de São Gonçalo tem vazão de 960 m<sup>3</sup>/h; em Patos (PB), a ETA de Jatobá tem vazão de 1.800 m<sup>3</sup>/h; e em João Pessoa (PB), a ETA de Gramame tem vazão de 6.400 m<sup>3</sup>/h. Esses números comprovam a relevância da ETA de Gravatá para o Estado da Paraíba, sendo a segunda maior Estação de Tratamento de Água de todo o Estado.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1. Caracterização do Levantamento de Dados

Esta pesquisa optou, metodologicamente, por utilizar apenas os dados e informações oficiais de instituições consolidadas e governos, com destaque especial para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo de 2010, a Agência Nacional das Águas (ANA) em seu Atlas de Abastecimento Urbano de Água (2006), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dentro do Ministério do Meio Ambiente do Governo Federal do Brasil; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), entre outros documentos, artigos e pesquisas, até da Organização Mundial de Saúde, CGIAR e IFPRI; tendo seu corte histórico nos dados disponível principalmente quando do início da pesquisa, acrescido de literaturas, artigos e referências posteriores.

Em fevereiro de 2010, como Professor convidado da *Webster University* em *Saint Louis*, nos EUA, e organizador / preletor da Conferência Internacional “*The Human Right to Food & Water Conference*”<sup>xi</sup>, Márcio Dionísio de Souza começa a **refletir sobre a realidade de diversas regiões no mundo onde população, economia, meio ambiente e água não apresentam consenso quanto aos parâmetros de oferta e demanda de água potável em quantidade e qualidade para consumo humano.**

Em consonância com o descrito na justificativa, o uso de dados públicos oficiais afere credibilidade aos dados e às fontes utilizadas nesta pesquisa por estes já terem sido convalidados por várias organizações nacionais de governos e sociedade civil organizada em conselhos, por se caracterizarem como dados públicos, por serem comparáveis e acessíveis, além de permitir facilmente posteriores desdobramentos em futuros trabalhos de pesquisa.

Tomou-se como período de referência para coleta de dados os anos 2010 e 2011, como aprovado pelo colegiado quando da aprovação do Plano de Estudo. Mesmo havendo dados mais recentes, estes potencialmente não trariam um reflexo da realidade de oferta e demanda por ser tratar de dados influenciados pela crise hídrica dos últimos 3 anos — dados estes, obviamente, que não estavam disponíveis ou existentes no início da coleta de dados, portanto não comparáveis.

## 6.2. Caracterização da ETA de Gravatá

A Estação de Tratamento de Água de Gravatá (FIGURA 8) está localizada, conforme FIGURA 8, no município de Queimadas (PB) (coordenadas: 7° 21' 28" S, 35° 53' 52" W) no distrito de Gravatá e recebe água por meio de duas tubulações de 800 mm e 900 mm e extensão de 2,4 km que partem do complexo do Açude Epitácio Pessoa, vulgo Açude de Boqueirão.



FIGURA 8 – Mapa Ilustrativo: Brasil, Paraíba, Queimadas / PB, ETA-Gravatá (AUTOR, 2015).

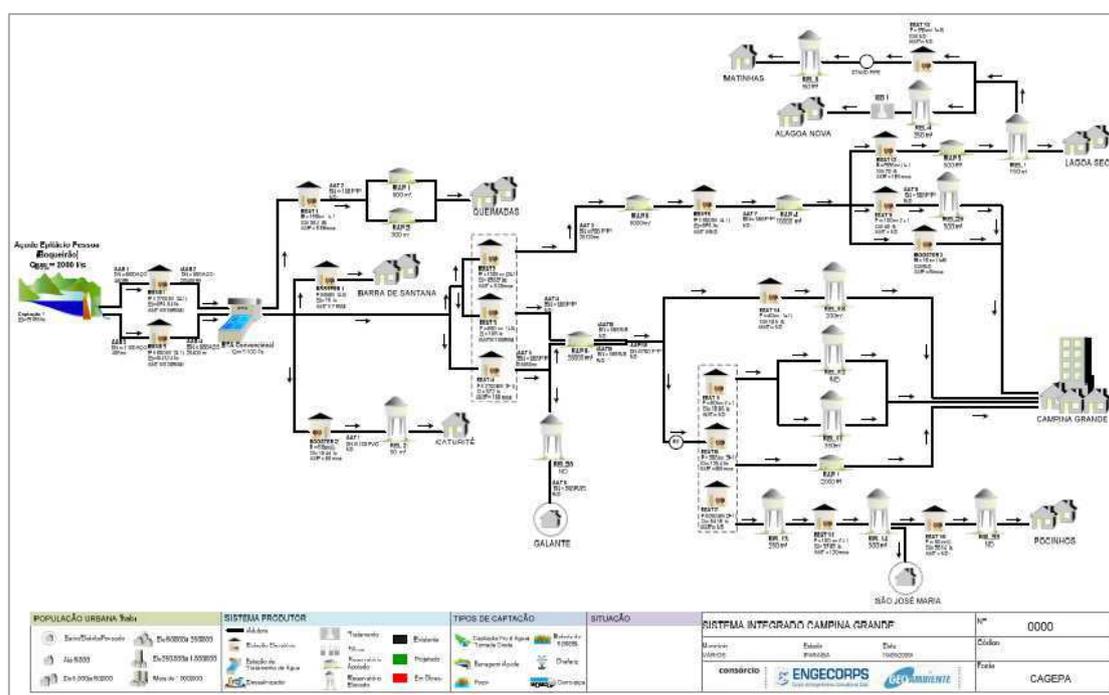
A Estação de Tratamento de Água de Gravatá (ETA de Gravatá) abastece, por meio de sistema de abastecimento integrado<sup>xii</sup>, os municípios de Alagoa Nova, Barra de Santana, Campina Grande, Caturité, Lagoa Seca, Matinhas, Pocinhos e Queimadas. Todos no Estado da Paraíba. Esse abastecimento pode ser evidenciado segundo dados do Atlas de Abastecimento de Água da Agência Nacional de Aguas, ANA (2013).

Sua operação ocorre basicamente por gravidade, exceto nas unidades elevatórias, e segue o sistema convencional normalmente utilizado em Estações de Tratamento de Água em todo o Brasil, caracterizado (FIGURA 9) por seis fases: coagulação, floculação, decantação, filtração, correção de pH e desinfecção. As análises de qualidade da água são realizadas pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto. Os parâmetros de potabilidade estão definidos e seguidos a partir da Resolução CONAMA

357/05 (BRASIL, 2005) e a Portaria MS 518/04 (BRASIL, 2004). A partir desse reservatório artificial (barragem), a água captada em uma torre de tomada próxima à barragem do açude público é conduzida à Estação Elevatória de Água Bruta e de lá diretamente para a Estação de Tratamento de Água de Gravatá (ETA de Gravatá).

### 6.3. Caracterização do Sistema Integrado da ETA de Gravatá

Dados oficiais da ANA, no Atlas do Abastecimento de Água, mostram o Sistema Integrado de Campina Grande (MAIO, 2009) como apresentado na FIGURA 10 e identifica os municípios atendidos pela ETA de Gravatá, ou seja, Alagoa Nova (PB), Barra de Santana (PB), Caturité (PB), Campina Grande (PB), Lagoa Seca (PB), Matinhas (PB), Pocinhos (PB) e Queimadas (PB). Outros municípios são atendidos por esta ETA, mas fora do sistema integrado, portanto não são considerados nesta pesquisa e dissertação. Consulta ao Senso do IBGE (2010) permitiu identificar para todos os municípios atendidos neste trabalho sua população, Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), área urbana e rural, apresentado posteriormente neste trabalho em seus resultados.



**FIGURA 9** – Sistema Integrado de Abastecimento de Água de Campina Grande / PB. Fonte: ANA, Atlas do Abastecimento de Água, Sistema Integrado de Campina Grande (MAIO, 2009). Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/VerCroqui.aspx?arq=1434>. Último acesso em 20JUN13, as 11h03.

ALBUQUERQUE (2007) postula, em seu trabalho de tese de doutorado em Recursos Naturais no CTRN/UFCG, que a CAGEPA é responsável pelo abastecimento de 90% da água tratada para consumo humano para a população na Paraíba; que a Estação de Tratamento de Água (ETA) de Gravatá faz parte do sistema integrado de abastecimento de Campina Grande (PB), que, por sua vez, apresenta capacidade média de tratamento de até 1,5 m<sup>3</sup>/s ou quase 130 milhões litros por dia. Mas recebe apenas 1,3 m<sup>3</sup>/s ou aproximadamente 112,3 milhões litros por dia que são oriundos do Açude de Boqueirão: o açude apresenta vazão média de 83.600 m<sup>3</sup>/dia ou 30.514.000 m<sup>3</sup>/ano.

Outros autores (SILVA JUNIOR, 2007) também caracterizam a capacidade instalada do Açude Epitácio Pessoa, com capacidade de armazenar 411.686.287 m<sup>3</sup>, limítrofe com as regiões do Curimataú e Cariri paraibano. Já a Estação de Tratamento de Água de Gravatá em seu sistema integrado (FIGURA, 10) atribui a capacidade instalada de processar 1.500 litros por segundo, podendo sua capacidade máxima chegar a 1.700 litros. Mas, lamentavelmente, ao se considerar parâmetros do Índice de Qualidade de Estações de Tratamento de Água (IQETA) proposto por LOPES; LIBANIO (2005), a ETA de Gravatá apresentaria não conformidades graves, o que pode facilmente ser identificado ao se constatar que águas destinadas ao abastecimento por caminhões- pipas, a partir da ETA de Gravatá — cuja distribuição é de responsabilidade do exército brasileiro — recebe processo de mera filtragem simples e supercloração, portanto, sem tratamento adequado, seja bacteriológico, seja físico-químico, distante da água necessária à destinação para consumo humano. O principal problema identificado por SILVA JUNIOR (2007) foi a turbidez.

#### **6.4. Caracterização dos Municípios na Área de Cobertura da ETA Gravatá**

Os dados apresentados a seguir confirmam a relevância da área Geográfica atendida pela ETA de Gravatá, que, em número total, provê água para consumo humano, tratada, para 2.387 quilômetros quadrados, para uma população de 505.945 habitantes IBGE (2010). Desses, 397.893 estão na área urbana, PIB total de R\$ 4 bilhões e IDH média de 0,612, para uma demanda projetada de 826 litros de água por habitante / dia (ANA, 2006).

Situada no complexo da Borborema, na região central do estado da Paraíba, destaca-se a cidade de Campina Grande, fundada em 1697 e emancipada em 1864, foi

historicamente uma das cidades mais importantes do Nordeste Brasileiro, pela produção de algodão, geração de tecnologia e conhecimento, pelas universidades de referência e principalmente pela cultura e seu povo (ROCHA, 1997). Campina Grande (PB) tem área superior a 620 km quadrados, população de 387 mil habitantes (IBGE, 2010), clima tropical de altitude, IDH de 0,721 (PNUD, 2000), PIB de 3,5 bilhões (IBGE, 2008) — segundo maior PIB da Paraíba e sede da Federação das Indústrias do Estado, sua macrorregião contempla 23 municípios com população superior a 687 mil habitantes. Entretanto, Campina Grande (PB) ainda tem fragilidades na implementação da legislação ambiental e fiscalização nos empreendimentos aqui instalados.

### **6.5. Caracterização Geopolítica dos Municípios Atendidos pela ETA Gravatá**

A área geográfica desta pesquisa se situa na Mesorregião da Borborema, no Estado da Paraíba, e Microrregião de Campina Grande (IBGE, 2008) tendo como base de divisão geográfica a Constituição Federal de 1988, como um agrupamento de municípios limítrofes, apresenta clima tropical, com estação seca. Já segundo dados da Atlas de Abastecimento de Água da Agência Nacional de Aguas, ANA (2013), o Estado da Paraíba é atendido predominantemente por açudes para seu abastecimento de água para consumo humano. 76% das cidades dependem desta fonte hídrica. Segundo a CAGEPA, 79% do Estado são atendidos com água, sendo 56% por meio de sistemas isolados.

Tendo como base o Senso do IBGE (2010), identificou-se para todos os municípios atendidos neste trabalho sua população, PIB, IDH, área urbana e rural. O município de Alagoa Nova (PB) tem área de 122 quilômetros quadrados e população de 19.681 habitantes, desses, 8.565 estão na área urbana, com PIB de R\$111 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,612 (PNUD, 2000); Barra de Santana (PB) tem área de 377 quilômetros quadrados e população de 8.206 habitantes e 624 estão na área urbana, com PIB de quase R\$ 31 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,575 (PNUD, 2000); Caturité (PB) tem área de 118 quilômetros quadrados e população de 4.543 habitantes, desses 849 estão na área urbana, com PIB de R\$ 34 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,617 (PNUD, 2000); Campina Grande (PB) se destaca como cidade troncal e polo de desenvolvimento local, tanto tecnológico quanto econômico, com área de 594 quilômetros quadrados e população de 385.213 habitantes, 352.360 desses estão na área urbana, com PIB de R\$ 3.458 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,721 (PNUD, 2000); Lagoa Seca (PB) tem área de 108 quilômetros

quadrados e população de 25.900 habitantes, desses, 8.375 estão na área urbana, com PIB de R\$ 105 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,612 (PNUD, 2000); Matinhas (PB) tem área de 38 quilômetros quadrados e população de 4.321 habitantes, 625 desses estão na área urbana, com PIB de R\$ 23 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,576 (PNUD, 2000); Pocinhos (PB) se destaca pela grande área geográfica, da ordem de 628 quilômetros quadrados, e tem população de 17.032 habitantes, desses, 8.100 estão na área urbana, com PIB de R\$ 59,5 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,592 (PNUD, 2000); e, por último, mas não menos importante, o município de Queimadas (PB), com área de 402 quilômetros quadrados e população de 41.049 habitantes, desses, 18.395 estão na área urbana, com PIB de R\$178 milhões (IBGE, 2008) e IDH de 0,595 (PNUD, 2000).

## 6.6. Coleta de Dados

Para a bem-sucedida realização desta dissertação, foi aprovado pelo colegiado do Programa de Pós-graduação de Recursos Naturais de Universidade Federal de Campina Grande um projeto de qualificação específico, deu-se procedimento à ampla revisão bibliográfica e coleta de dados nos bancos de dados públicos da Agência Nacional de Águas (ANA), do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIC), da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), incluindo, em alguns casos, visitas presenciais. Mas sempre com foco especial nos dados disponíveis sobre a Paraíba e com um olhar especial e pontual sobre os oito municípios atendidos pela Estação de Tratamento de Água de Gravatá no sistema integrado de coleta, tratamento e abastecimento de água, conforme objetivo geral deste trabalho.

Há vários conteúdos sobre outras bacias hidrográficas, mas sobre as bacias hidrográficas da Paraíba poucos dados estão disponíveis nos canais de ANA, o que demandou do pesquisador visita presencial a Brasília para ampliar o acesso às informações de dados relevantes a sua pesquisa.

Há na base de dados da ANA, menção sobre a implementação de um subprograma (PROÁGUA)<sup>xiii</sup> —, que tem como cerne “*com ênfase no fortalecimento institucional de todos os atores envolvidos com a gestão dos recursos hídricos no Brasil e na implantação de infraestruturas hídricas viáveis do ponto de vista técnico, financeiro, econômico,*

*ambiental e social, promovendo, assim, o uso racional dos recursos hídricos*” — para desenvolvimento sustentável de recursos hídricos para Estados do Semiárido, que contempla a Paraíba e alguns dados sobre a Rede Hidrometeorológica e Telemétrica..

Sempre que possível, foram considerados estudos e pesquisas realizadas em outros países, além de vários artigos e publicações científicas, principalmente publicações mais recentes, além dos dados da ANA, dados da CAGEPA, SNIS e relatórios oficiais de agências da ONU, que permitiram levantar os dados relativos à oferta e à demanda para todos os municípios pesquisados. Adicionalmente, a ANA disponibilizou a base de dados do (2010), que foi grande valia para esta pesquisa, além dos dados da SNIS.

O SNIS disponibilizou não apenas os dados dos oito municípios, mas também de todas as operadoras do Brasil (Empresas de Água, Saneamento e Esgotos), operando nos 27 Estados e Distrito Federal do Brasil para 5.507 municípios, o que permitirá futuras pesquisas e até mesmo a replicação desta pesquisa com uma amostra infinitamente maior, posteriormente, hoje fora do escopo de qualificação desta dissertação e, por isso, aqui não apresentado.

Este trabalho seguiu o rigor acadêmico e considerou também, para fins de documentação e argumentação, outros artigos e produções acadêmicos recentes e textos consolidados que fundamentam uma produção textual sólida e mais bem referenciada. Todos os dados e informações utilizados para materiais e métodos são oriundos de agências, governos e organizações de reconhecimento nacional e mundial, como Agências Reguladoras, Governos, Agências da ONU, Centro de Pesquisa e Academia, e foram citados oportunamente nas referências bibliográficas e notas de fim.

## **6.7. Levantamento da Oferta & Demanda de Água nos Municípios Pesquisados**

Atendendo o descrito em Materiais e Métodos, a pesquisa se utilizou como fonte de dados apenas informações consolidadas por instituições como a Agência Nacional das Águas (ANA) e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), consideradas hoje como as fontes mais atualizadas, amplas e consultadas de dados sobre a oferta e demanda de água para todo o Brasil, tendo assim sendo utilizados esses mesmos

critérios e dados para o levantamento das informações necessárias em posteriores cruzamentos e análise, como previsto para este trabalho.

Para a definição da Oferta de água per capita por habitante por dia, esta pesquisa considerou como fonte principal os dados a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades do Governo Federal do Brasil, denominado Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2011, já disponível em valores per capita em litros por dia para cada município. Considera-se, portanto, como oferta o volume de água tratada e disponibilizada por município, em sistema integrado, a partir da ETA de Gravatá tendo como fonte o SNIS (2010).

Para a definição do Cálculo da Demanda de água per capita por habitante por dia, esta pesquisa considerou como fonte principal os dados do Atlas Brasil (ANA, 2010) — que informa o volume da demanda em litros por segundo por município com projeção para 2015. Para melhor conformidade das unidades de medida, foi realizada conversão de litros por segundos para litros por dia. Desse modo, foi necessário realizar a multiplicação do valor original, informado fonte primária descrita anteriormente, primeiramente por minutos (60), por hora (60), por dia (24) e posteriormente dividido pela população do município (IBGE, 2010) para conversão em demanda per capita em litros por dia.

## **6.8. Oferta dos Municípios Atendidos pela ETA de Gravatá**

A oferta de água potável para consumo humano deve considerar a disponibilidade da fonte, seja ela natural, seja tratada, que atender aos requisitos de potabilidade, cujo volume seja calculado com base na vazão ou produtividade (no quase de unidade de tratamento). Destaca-se que o tempo de tratamento deve ser considerando em alguns casos também, mas as principais avaliações consideram apenas o volume de água entregue ao destinatário final, tratada e no volume esperado (SNIS, 2010). Na presente pesquisa, foram considerados os dados oficiais do Ministério das Cidades (SNIS, 2010)

## **6.9. Demanda dos Municípios Atendidos pela ETA de Gravatá**

Atualmente há várias formas de calcular a demanda de água ou demandas hídras para consumo humano. Basicamente considera-se o volume de água para suprir um dado usuário em seu contexto social, econômico e geográfico. Como apresentado anteriormente, a OMS considera 7,5 litros por dia para cada pessoa adulta do sexo masculino, mas para o consumo doméstico recomenda 110 litros. Assim, o cálculo do volume da demanda hídrica para consumo humano de um município deve considerar 110 litros vezes a população do município (por dia) tendo como resultado o volume em litros de água per capita por dia. Dessa forma, poderia estimar para a população dos oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá os seguintes montantes.

Entretanto, para a realização deste trabalho de mestrado, pesquisa e dissertação, considerou-se a demanda informada pela Agência Nacional das Águas, tendo como base o Atlas Brasil (BRASIL, 2012), em sua projeção, considera o ano de 2015 (projeção da demanda de água por município pesquisado para 2015) conforme a tabela 4.

## **6.10. Definição da Relação Oferta & Demanda de Água**

Para o estabelecimento da relação entre a oferta e a demanda, o pesquisador utilizou-se de dados oficiais da ANA e SNIS para os oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá. Com base nesses dados, que foram tabulados, foi possível verificar a existência ou não de correlação utilizando-se o *Modelo T-Student* (PEARSON, 1895), que será apresentado posteriormente. Para tal, os dados precisaram ser tratados com unificação da unidade e medidas, cruzamentos, além de várias simulações que confirmaram o *T-Student* como melhor opção, uma vez que os resultados não se alteravam seja qual fase esteja o modelo estatístico utilizado.

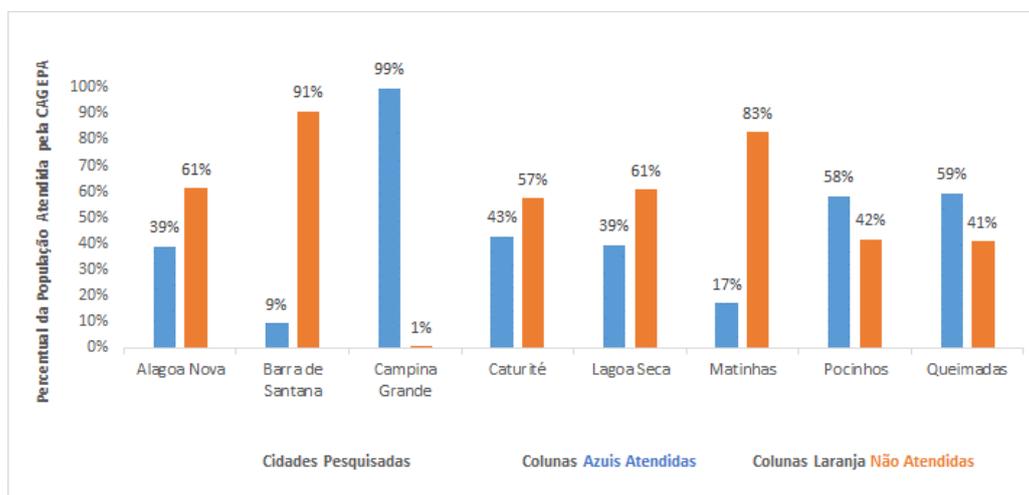
Foram importantes também, para realização deste trabalho de mestrado, pesquisa e dissertação, os dados de demanda informada pela Agência Nacional das Águas, tendo como base o Atlas Brasil (BRASIL, 2012) que, em sua projeção, considera o ano de 2015 (projeção da demanda de água por município pesquisado para 2015).

## 7. RESULTADOS & DISCUSSÕES

Este trabalho contribuirá não apenas para conscientização e sensibilização da comunidade acadêmica para as questões relativas ao acesso, direito, oferta e demanda de água de qualidade e em quantidade **nos municípios atendidos pela ETA de Gravatá**, mas colocará uma lupa nas discrepâncias existentes nos comportamentos de consumo, gestão dos recursos hídricos locais, no entendimento sobre como a oferta pode induzir o consumo desnecessário de água — em detrimento de outras regiões geograficamente próximas que enfrentam escassez — e principalmente realização de levantamento e análise comparativa de dados de outros estudos afins ao tema: oferta e demanda de água para o consumo humano, principalmente em regiões do Semiárido Brasileiro.

### 7.1. População Atendidas no Sistema Integrado da ETA de Gravatá

Segundo dados fornecidos oficialmente pelo SNIS (2010), como se percebe na FIGURA 10 que segue, a CAGEPA atende a apenas 7.643 pessoas em Alagoa Nova (PB); 767 em Barra de Santana (PB); 383.262 em Campina Grande (PB); 1.936 em Caturité (PB); 10.193 em Lagoa Seca (PB); 741 em Matinhas (PB); 9.930 em Pocinhos (PB); e 24.321 em Queimadas (PB). Exceto em Campina Grande (PB) — onde a cobertura do atendimento é de 99% da população —, nos demais municípios, o atendimento pela ETA de Gravatá alcança de 9% (Barra de Santana (PB)) a 59% da população (IBGE, 2010) para o mesmo período.



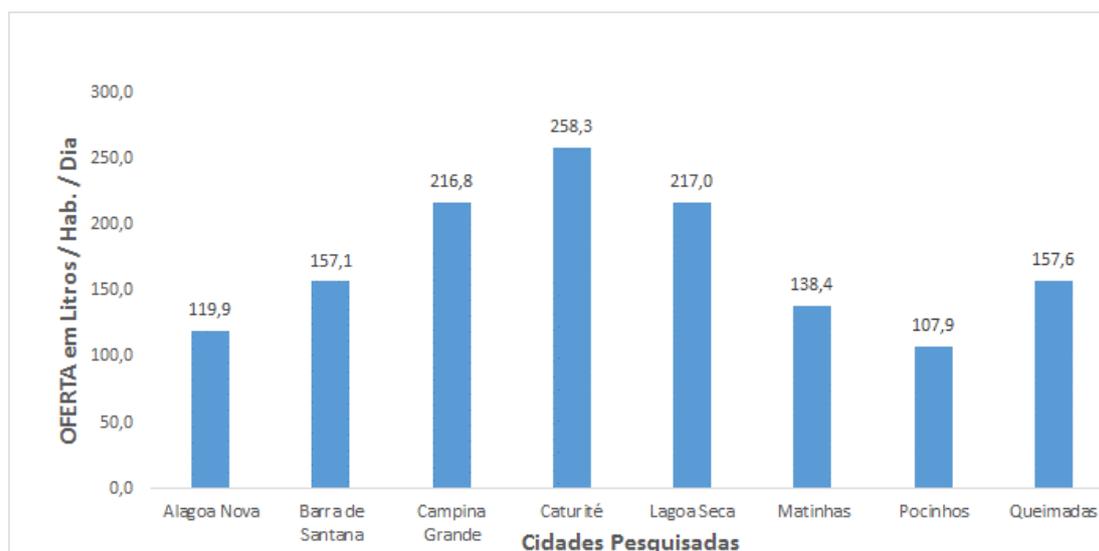
**FIGURA 10** – Dados de população atendida pela CAGEPA por meio da ETA de Gravatá nos oito municípios pesquisados elaborada pelo AUTOR, 2015.

Na busca pelos dados relativos à população atendida pela CAGEPA por meio da ETA de Gravatá, o dado que talvez seja mais relevante é justamente o número de municípios pouco atendidos, violando um direito universal, como apresentado anteriormente, e se mostrando um indicativo claro da incapacidade do poder público e do Governo em prover o que determina a legislação, além da incapacidade de o cidadão comum reivindicar seus direitos, principalmente quando esses são coletivos ou difusos ou de responsabilidade de um Estado quase que imputável.

Como dito anteriormente, a Agência Nacional de Águas (ANA), em seu Atlas Brasil (2012), sinaliza que 40% da população brasileira não têm adequado acesso à água e saneamento. Nos oito municípios pesquisados, apenas três têm mais de 58% da população atendida por água tratada, o que não significa acesso a tratamento de água e esgoto, mas apenas água para consumo humano. Apenas Campina Grande estaria dentro dos 60% atendidos.

## **7.2. Oferta de Água nos Municípios Pesquisados**

A FIGURA 11 apresenta os dados relativos à oferta de água per capita nos municípios abastecidos pela ETA de Gravatá. Identificou-se que o município de Alagoa Nova (PB), com base nos dados do SNIS, oferta 119,9 litros de água por habitante por dia; Barra de Santana (PB), 157,1 litros; Campina Grande (PB), 216,8 litros; Caturité (PB), 258,3 litros; Lagoa Seca (PB), 217,0 litros; Matinhas (PB), 138,4 litros; Pocinhos (PB), 107,9 e Queimadas (PB), 157,6 litros de água tratada pela ETA de Gravatá para consumo humano.



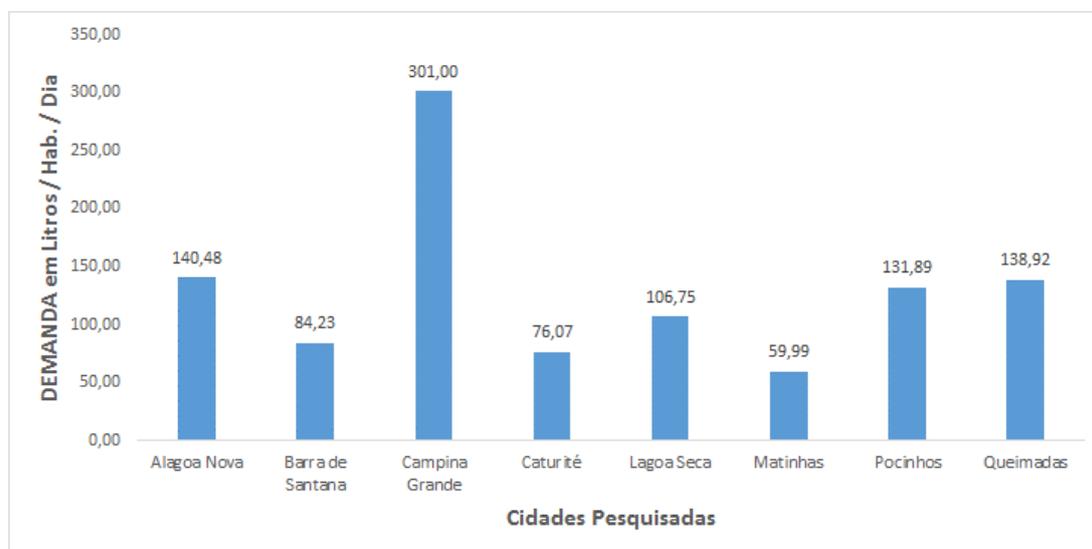
**FIGURA 11** – Oferta de Água (Litros / Habitante / Dia) para os oito municípios pesquisados, tendo com fonte SNIS 2010, AUTOR 2015.

É importante salientar que a cidade de Campina Grande (PB) é o único município com atendimento pela CAGEPA para praticamente 100% da população entre os oito pesquisados, contudo, Caturité (PB) e Lagoa Seca (PB) possuem oferta per capita superior a oferta de Campina Grande (PB), em litros, por habitante por dia. Lembrando que, para o dado de 2010, a mesma CAGEPA informa que zero por cento da água provida à Lagoa Seca (PB) foi tratada pela ETA de Gravatá. Apenas dois municípios, Alagoa Nova (PB) (120 l/h/d) e Pocinhos (PB) (108 l/h/d) apresentaram demanda próxima aos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (110 l/h/d). Os demais apresentaram oferta com valores superiores (38,4% a 158,3%) ao recomendado internacionalmente (OMS, 2007).

Conforme entendimento do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) em seu Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (SNIS, 2010), a demanda é calculada como base o tamanho do município e não apenas sua população. Para o SNIS, um município grande com a mesma população de um município pequeno demandaria naturalmente mais água, o que é compreensível e aceitável também, mas questionável quando se trata exclusivamente de água para consumo humano. O SNIS considera o consumo médio per capita de água (2008) para o Brasil o de 151 litros por dia, *ranking* liderado por Rio de Janeiro, com 236,3 litros, e, na última posição, Alagoas com 89,2 litros: quase 300% de diferença, como pode ser percebido nas FIGURAS 12 e 13

### 7.3. Demanda de Água nos Municípios Pesquisados

A FIGURA 12 apresenta os dados relativos à demanda de água per capita nos municípios abastecidos pela ETA de Gravatá com base nos dados fornecidos pela ANA (2010). Identificou-se que o município de Alagoa Nova (PB) demanda 140,48 litros de água por habitante por dia; Barra de Santana (PB), 84,23 litros; Campina Grande (PB), 301,00 litros; Caturité (PB), 76,07,3 litros; Lagoa Seca (PB), 106,75 litros; Matinha (PB), 59,99 litros; Pocinhos (PB), 131,89 e Queimadas (PB), 138,92 litros de água tratada pela ETA de Gravatá para consumo humano.



**FIGURA 12** – Demanda de Água (Litros / Habitante / Dia) para os oito municípios pesquisados tendo com fonte ANA 2010, AUTOR 2015.

Novamente, Campina Grande (PB) é o único município com atendimento pela CAGEPA com valores discrepantes per capita. Campina Grande (PB) demanda quase 300% a mais água per capita que Lagoa Seca (PB) e praticamente 500% a mais que Pocinhos (PB), o que poderia ser justificado por sua característica de polo industrial e tecnológico do Estado, com empresas que hipoteticamente poderiam demandar mais água. Além do fato que grande parte das populações que moram nas cidades circunvizinhas a Campina Grande (PB) demandam e consomem produtos e serviços providos por Campina Grande (PB), o que elevaria tanto a oferta quando a demanda. Mas isso são hipóteses que precisariam de novos estudos para serem confirmadas ou não.

Contudo, pode-se afirmar, com base nos dados da pesquisa, que os valores de oferta estão mais próximos dos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (110 l/h/d) para maioria dos municípios pesquisados, com limiar superior de até 140,48 litros de água per capita por dia, exceto para Campina Grande (PB), que oferta quase 300% a mais que o recomendado internacionalmente (OMS, 2007).

#### 7.4. Processamento dos Dados

Há de se alertar, TABELA 1, que o SNIS (2010) e CAGEPA informam que, apesar de Lagoa Seca (PB) fazer parte do sistema integrado da ETA de Gravatá, este município não recebeu água tratada por esta ETA em 2010. Por ano, quase 15 bilhões de litros de água tratadas pela ETA de Gravatá não são consumidos pela população e se “perdem” no sistema integrado. Desse modo, apresentando perda estimada de 45% entre a produção e o consumo de toda a água tratada pela ETA de Gravatá em 2010. O volume perdido no sistema é suficiente para atender a mais de 82% de toda a população atendida pela ETA de Gravatá.

Município	UF	POPULAÇÃO ATENDIDA	VOLUMES DE ÁGUA	VOLUMES DE ÁGUA		POPULAÇÃO	POPULAÇÃO	POPULAÇÃO	OFERTA	DEMANDA L/S	DEMANDA
		População total	Tratada em ETAs	Produzido	Consumido	IBGE	Atendida	Não Atendida	Mhab/dia	Atlas AMA	Mhab/dia
		habitante	1.000 m³ano	1.000 m³ano	1.000 m³ano	2010	CAGEPA	CAGEPA	2010	2010	2010
Alagoa Nova	PB	7.643	330,03	330,03	262,45	13.681	39%	61%	119,3	32,00	140,48
Barro de Santana	PB	767	43,37	43,37	37,01	8.206	9%	91%	157,1	8,00	84,23
Campina Grande	PB	383.262	29.907,93	29.907,93	16.333,17	385.213	39%	1%	216,8	1.342,00	301,00
Caturité	PB	1.336	180,02	180,02	103,24	4.543	43%	57%	258,3	4,00	76,07
Lagoa Seca	PB	10.193	0,00	796,25	348,17	25.300	39%	61%	217,0	32,00	106,75
Matinhas	PB	741	36,32	36,32	21,25	4.321	17%	83%	138,4	3,00	53,39
Pocinhos	PB	3.330	385,82	385,82	291,07	17.032	58%	42%	107,9	26,00	131,89
Queimadas	PB	24.321	1.379,84	1.379,84	746,02	41.049	59%	41%	157,6	66,00	138,32
Fonte		CAGEPA	CAGEPA	CAGEPA	CAGEPA	IBGE	CAGEPA	AUTOR	AUTOR	ANA	AUTOR

**TABELA 1** – Dados complementares do SNIS 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidas pela ETA de Gravatá Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015.

O cenário desejável a ser atingido na relação Oferta & Demanda é equilibrar a demanda com a disponibilidade e potencialidade. Havendo desequilíbrio entre oferta e demanda nos municípios atendidos pela ETA de Gravatá potencialmente apresentaria indicativos de mau uso ou má gestão dos recursos disponíveis — indicativos esses a serem mais profundamente pesquisados em trabalhos futuros de escopo mais amplo.

Identificou-se que o consumo de água na macrorregião de Campina Grande (PB) é por demais elevado, se comparado com valores apresentados para a América Latina,

apresentados anteriormente. Pode-se supor que algumas localidades apresentam risco à saúde em função da limitada disponibilidade de água de consumo humano, mas pesquisas complementares são necessárias para confirmar essa inferência. É ainda mais preocupante saber que, além de elevada oferta de água, autores (SILVA JUNIOR, 2007) indicam que esta água apresenta problemas de potabilidade.

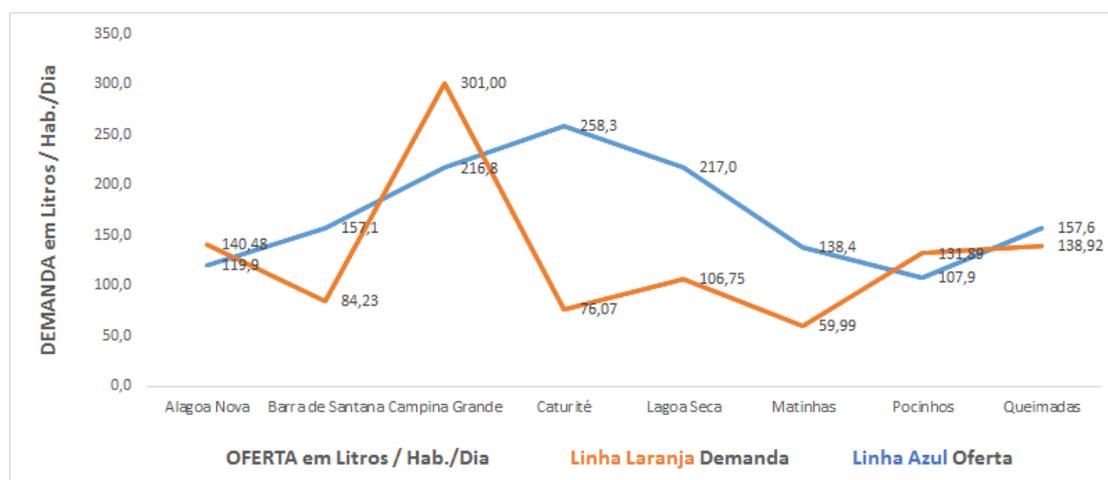
**Assim pode-se afirmar que, quase sempre, se demanda mais água do que realmente precisa; se recebe, em muitos casos, mais água do que se demanda; e não há garantida nem a quantidade e muito menos a qualidade da água provida pela ETA de Gravatá para os oito municípios pesquisados, com valores de referência fora dos padrões microbiológicos de potabilidade.**

As alterações na qualidade da água podem também ser decorrentes do desequilíbrio entre oferta e demanda de água, uma vez que, para atender a demanda, a velocidade de tratamento teria que ser acelerada comprometendo os processos de purificação físico-químicos, em especial a decantação, mas isso também precisa ser melhor pesquisado, pois outras causas, como vazamentos na rede de distribuição, podem ocasionar contaminação e turbidez na água provida, mesmo em sistema integrado e aparentemente hermético. Em algumas épocas do ano, a comunidade na macrorregião atendida pela ETA de Gravata relata turbidez, associa isso ao período de chuvas, mas isso não pode ser comprovado e não é escopo desta dissertação, sendo uma fonte de preocupação para CAGEPA e para os domicílios. A observação da TABELA 1, que apresenta os valores correspondentes a oferta e demanda, em si, mostra-se suficiente para demonstrar visualmente a aparente ausência de correlação entre a Oferta, representada pelas linhas e pontos laranjas, e a Demanda, representada pelas linhas e pontos azuis.

Estudos futuros poderão ainda verificar se há prevalência de doenças de veiculação hídrica decorrentes da contaminação da água provida pela CAGEPA, turbidez ou pelo não acesso adequado à água e saneamento de qualidade nos municípios abastecidos pela ETA de Gravatá, além de ser possível comparar os dados desta ETA com as demais ETAs operadas pela CAGEPA no Estado da Paraíba.

## 7.5. Análise da Oferta versus Demanda

Ao se realizar a análise comparativa dos dados relativos à Oferta versus Demanda de água para consumo humano nos oito municípios pesquisados, fica ainda mais evidente a relevância deste trabalho, que traz uma lupa para o problema da água. Ao observar a FIGURA 13, percebe-se que apenas três municípios apresentam valores próximos entre a Oferta e Demanda de água para consumo humano (o que não significa correção estatística): Barra de Santana (PB), Pocinhos (PB) e Queimadas (PB). Todos os demais apresentam discrepâncias significativas. Campina Grande (PB) apresenta demanda 38,86% acima da oferta de água para consumo humano. Mais desafiador ainda é aceitar que a ETA de Gravata disponibiliza para o sistema integrado de abastecimento de água um volume muito maior que a demanda: O município de Lagoa Seca (PB) recebe 103% a mais do que sua demanda de água para consumo humano. Já Matinhas (PB) recebe mais de 130% de água para consumo humano que sua demanda. **A discrepância maior está em Caturité (PB), que recebe quase 240% a mais do que sua demanda.**



**FIGURA 13** – Dados relativos Oferta & Demanda de Água (Litros / Hab. / Dia) complementares ao SNIS 2010, ANA 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidas pela ETA de Gravata Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015.

A FIGURA 13 permite a visualização da demanda (série laranja) e oferta (série azul) para os oito municípios pesquisados e atendidos pela ETA de Gravata, mas não nos permite estabelecer, estatisticamente, a verificação de correlação ou não entre a oferta e a demanda de água nesses municípios. Entretanto, visualmente, é possível inferir haver pronta disparidade. Agora a pesquisa avança e busca respaldo estatístico e o rigor científico e busca no *T-Student* subsídio para checagem de respostas ainda mais acuradas.

## 7.6. Análise da Oferta & Demanda com T-Student

Com base na Teoria de Pearson (PEARSON, 1895), o coeficiente de correlação ( $r$ ) visa encontrar o grau de relação entre duas variáveis, também denominado na literatura como “*r de Pearson*” (LAPONNI, 1997). Segundo o modelo, quanto mais o “ $r$ ” se aproxima de 1, maior há correlação. Consequentemente, quanto mais o “ $r$ ” se aproxima de zero, menor a correlação, indicando mais dispersão entre as amostras. Para distribuição que se aproxima à distribuição normal padrão (reta), a estatística se utiliza do *T-Student* para inferências estatísticas, especialmente quando as amostras tiverem até 30 elementos a serem comparados (SNEDECOR, 1989).

Para o cálculo de *T-student* (FIGURA 14) considera-se a média de amostra ( $\bar{x}$ ) menos a média da população ( $\mu$ ) dividido pelo desvio padrão ( $s$ ) sobre a raiz quadrada do número de sujeitos ( $n$ ).

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

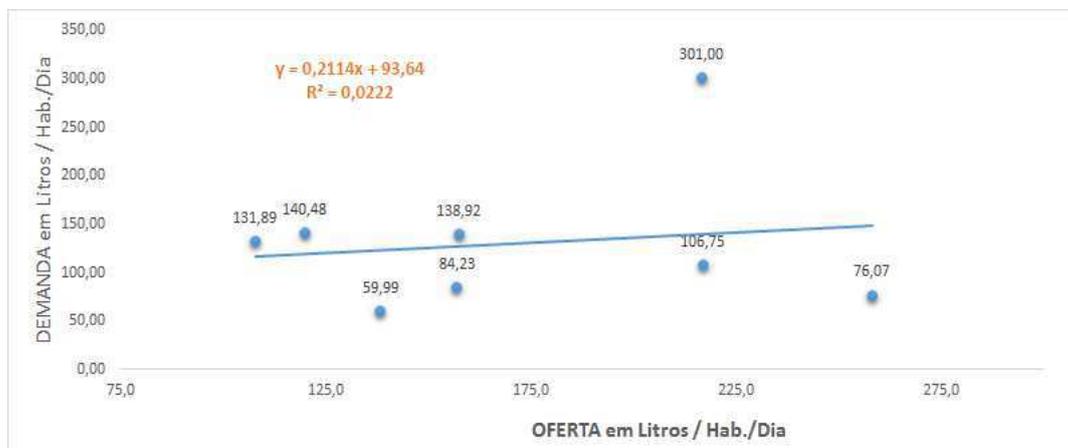
FIGURA 14 – Fórmula para o cálculo de T-Student, Teoria de Pearson (PEARSON, 1895).

Como apresentado anteriormente, após tabulação dos dados, foi conduzido o tratamento estatístico utilizando-se do *T-Student* (KAZMIER, 2004) com duas colunas de amostras presumindo variâncias diferentes, com alfa de 5%, sendo o grau de confiança. Como pode ser observado na FIGURA 15, o tratamento apresentou média de oferta da ordem de 171,61 litros de água por dia per capita, enquanto a demanda apresentou média da ordem de 129,92 litros de água por dia per capita. A oferta apresentou variância de 2835,38, enquanto a demanda apresentou variância de 5691,01 (o que praticamente impossibilita qualquer correlação, uma vez que a variância é a média do quadrado das diferenças do desvio em dado conjunto amostral). A variância agrupada foi de 4266,20. Adicionalmente, percebe-se ainda que a hipótese de diferença média inexistente, o que novamente sinaliza para ausência de correlação entre os dados da amostra, conforme descreve WONNACOTT (1990).

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes		
	Variável 1	Variável 2
Média	171,62	129,92
Variância	2835,38	5697,01
Observações	8	8
Variância agrupada	4266,20	
Hipótese da diferença de média	0,00	
gl	14,00	
Stat t	1,28	
P(T<=t) uni-caudal	0,11	
t crítico uni-caudal	1,76	
P(T<=t) bi-caudal	0,22	
t crítico bi-caudal	2,14	

**FIGURA 15** – Teste - T (T-Student) de PEARSON (1895) processado no Excel 2013 para análise de correlação amostral dos dados dos oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá pesquisada neste trabalho, elaborada pelo AUTOR, 2015.

O *Teste-T<sup>xiv</sup>* inicial caudal partiu de 1,28 passando por 0,11 em P uni-caudal, tendo como t crítico uni-caudal 1,76, retornado a 0,22 e ponto crítico bi-caudal de 2,14. Caso houvesse elevado grau de correlação entre oferta e demanda, a representação gráfica esperada seria uma reta com y e R<sup>2</sup> muito próximos de 1,0 (resultado encontrado para y = 0,2114x + 93,64 e para R<sup>2</sup> = 0,0222) para o caudal como mostra a FIGURA 15.



**FIGURA 16** – Linha de Tendência T-Student para os dados relativos Oferta & Demanda de Água (Litros / Hab. / Dia) complementares ao SNIS 2010, ANA 2010 e IBGE 2010 para os oito municípios atendidos pela ETA de Gravatá Planilha elaborada pelo AUTOR, 2015.

Para o Teste *T-Student* (FIGURA 16), na avaliação da correlação entre oferta e demanda, não foi identificado grau de correlação cuja representação gráfica seria o alinhamento dos pontos com tendência a reta e com y e R<sup>2</sup> muito próximos de 1,0. Entretanto, os resultados y e R<sup>2</sup> foram também distintos (y = 0,2114x + 93,64 e para R<sup>2</sup> = 0,0222), portanto estatisticamente sem qualquer relação entre oferta e demanda.

Vale destacar que confiabilidade e validade da pesquisa se sustentam pelo uso de informações oficiais e de domínio público, que são utilizados por governo e agências nacionais e internacionais, além do rigor acadêmico e estatístico proposto pela condução de análises e cortes estatísticos com utilização de ferramental, tabelas e planilhas em Excel e o tratamento dos dados, aplicando-se sempre a base teórica de *T-Student* de PEARSON (1895), também conhecido como correlação de Pearson ( $r$ ). Mas, prudentemente, durante a pesquisa, como exercício de verificação, outras possibilidades e tratamentos estatísticos foram utilizados, tendo sido confirmado, pela literatura, simulações e análise, o *T-Student* como a melhor e mais confiável opção para esta pesquisa.

**Conforme a base teórica de *T-Student*, quanto mais próximo de 1,0 (um) estiver o resultado, maior o grau de correlação das variáveis, e quanto mais próximo de 0,0 (zero) menor o grau de correlação das variáveis, como apresentado anteriormente. Com dados oficiais e análise estatística sólida, é possível postular para amostra pesquisa que não há relação entre oferta e demanda para todos os municípios atendidos pela ETA de Gravatá, dentro dos critérios de confiabilidade e validade exigidos para esse tipo de estudo, dentro do rigor acadêmico.**

## 8. CONCLUSÕES

O conhecimento traz em si um leque de possibilidades infinitas, até mesmo para dúvidas. Contudo, permite postular questões ou provocações, fruto da labuta, que engrossa a lente dos óculos ao mesmo tempo que espanca o coração soberbo e molda o caráter dos que ainda têm esperança.

Como conclusão do trabalho tem-se que, diferentemente do que se pressupunha inicialmente, a pesquisa conclui no rigor acadêmico, utilizando-se para isso também *T-Student*, que **não há, estatisticamente, qualquer relação entre a oferta e a demanda de água para consumo humano provida pela ETA de Gravatá para os oito municípios atendidos em seu sistema de abastecimento integrado**, localizado na macrorregião de Campina Grande, no Estado da Paraíba.

**A quantidade de água provida é, em alguns casos, até 38,86% menor que a oferta. Por sua vez, na mesma amostra, a oferta chega a 239,53%, maior que a demanda em outros municípios.**

**Estatisticamente, percebeu-se a inexistência de correlação (R) quando da análise com *T-Student*, apresentando  $R^2=0,0222$ , o que comprova total ausência de correlação entre as amostras.**

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT/NB 587 - "Elaboração de Estudo de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água", Rio de Janeiro, 1989;

AMARAL, Luiz Augusto do et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2003, vol.37, n.4, pp. 510-514. ISSN 0034-8910;

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2012, vol.17, n.6, pp. 1511-1522. ISSN 1413-8123;

BRASIL. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultado por estado / ANA; Engecops / Cobrape - Brasília, 2012. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%202%20-%20Resultados%20por%20Estado.pdf>. Acessado em 27 de junho de 2012;

BRASIL. *Artigo 225 da Constituição Federal*. Constituição Federal do Brasil. Brasília-DF, 1988.

BRASIL. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE*. Cidades: Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel>. Acessado em 22 de maio de 2012. BRASIL. *Política Nacional do Meio Ambiente*, Lei 6938. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 1981;

BRASIL. *Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2007;

BRASIL, Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Programa Estratégico de Desenvolvimento. Brasília, jun. 1968.

BRASIL, I Plano Nacional de Desenvolvimento. Brasília, dez. 1971

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2010. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 1469 de 29/12/2000. Normas e padrões 2 de potabilidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, 2001;

BRASIL, Plano Nacional de Saneamento – nova sistemática. Brasília, jan./jun 1975;

BRASIL. *Política Nacional do Meio Ambiente*, Lei 6938. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 1981.

CARMO, Roberto Luiz do; DAGNINO, Ricardo de Sampaio e JOHANSEN, Igor CAVALLINI. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. *Rev. bras. estud. popul.* [online]. 2014, vol.31, n.1, pp. 169-190. ISSN 0102-3098;

CONAMA. *Resolução 01, Conselho Nacional do Meio Ambiente*, 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acessado em 22 de maio de 2012;

Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination Against Women (CEDAW), UN, 1979. Disponível em <http://www.un.org/womenwatch/daw/cedaw/> em 22 de maio de 2014;

Convention on the Rights of Persons with Disabilities, UN, 2006. Disponível em [www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml](http://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml). Acessado em 14 de junho de 2012;

Convention on the Rights of the Child, UN, 1989. Disponível em [www2.ohchr.org/english/law/crc.htm](http://www2.ohchr.org/english/law/crc.htm) . Acessado em 13 de maio de 2012;

CONSTANTINO, A. F.; YAMAMURA, V. D. Redução do Gasto Operacional em Estação de Tratamento de Água utilizando o PAC. Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá-PR. 2009;

Declarações do Milênio, UN, 2000. Disponível em: <http://www.unric.org/html/portuguese/uninfo/DecdoMil.pdf>. Acessado em 18 de junho de 2012. Draft Guidelines for the Realization of the Right to Drinking Water and Sanitation. E/CN.4/Sub.2/2005/25, UN, 2005. Disponível em [www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/Sub\\_Com\\_Guisse\\_guidelines.pdf](http://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/Sub_Com_Guisse_guidelines.pdf). Acessado em 17 de maio de 2012;

ECHENIQUE, Ricardo; GIANNUZZI, Leda y FERRARI, Luis. Drinking water: problems related to water supply in Bahía Blanca, Argentina. *Acta toxicol. argent.* [online]. 2006, vol.14, n.2, pp. 23-30. ISSN 1851-3743.

Estimativa Populacional 2011. Estimativa Populacional 2011. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1 de julho de 2011). Página visitada em 13 de maio de 2012;

FABRINI, Carmen B.; PEREIRA, Vera M. C. Tendências e divergências sobre o modelo de intervenção pública no saneamento básico. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1987 (Texto para Discussão, 124).

FIGUEIRÊDO, G. J. A. Avaliação da presença de alumínio na água do sistema de abastecimento público da cidade de João Pessoa e grande João Pessoa no estado da Paraíba e os possíveis riscos para a saúde da população. [Dissertação]. UFPB. João Pessoa. 2004;

FONSECA, Igor Ferraz da; BURSZTYN, Marcel and MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Conhecimentos técnicos, políticas públicas e participação: o caso do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Rev. Sociol. Polit.* [online]. 2012, vol.20, n.42, pp. 183-198. ISSN 0104-4478;

GAMA, Ricardo. Aspectos da Política Nacional de Saneamento diante da transição democrática da sociedade e do Estado brasileiro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 22, p. 141-152, jul./dez. 2010. Editora UFPR;

General Comment No. 15. The right to water, UN, 2002. Disponível em [http://www.unhchr.ch/tbs/doc.nsf/0/a5458d1d1bbd713fc1256cc400389e94/\\$FILE/G0340229.pdf](http://www.unhchr.ch/tbs/doc.nsf/0/a5458d1d1bbd713fc1256cc400389e94/$FILE/G0340229.pdf). Acessado em 22 de maio de 2012. Human Rights Council Decision 2/104, UN, 2006. Disponível em [www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/HRC\\_decision2-104.pdf](http://www2.ohchr.org/english/issues/water/docs/HRC_decision2-104.pdf). Acessado em 29 de maio de 2012;

GLEICK P. H., 1996, Basic water requirements for human activities: meeting basic needs, *Water International*, 21: 83-92;

HELLER, Léo. Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 1998, vol.3, n.2, pp. 73-84. ISSN 1413-8123;

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Bahia Análise & Dados*, Salvador, v. 13, n. especial, 2003;

Human Rights Council Resolution 12/8, UN, 2009. Disponível em [www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/12session/resdec.htm](http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/12session/resdec.htm). Acessado em 29 de maio de 2012. Human Rights Council Resolution 7/22, UN, 2008. Disponível em [ap.ohchr.org/documents/E/HRC/resolutions/A\\_HRC\\_RES\\_7\\_22.pdf](http://ap.ohchr.org/documents/E/HRC/resolutions/A_HRC_RES_7_22.pdf). Acessado em 29 de maio de 2012;

Human Rights Council Resolution A/HRC/RES/15/9, UN, 2010. Disponível em <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G10/166/33/PDF/G1016633.pdf?OpenElement>. Acessado em 29 de maio de 2012.

Human Rights Council Resolution A/HRC/RES/16/2, UN, 2011. Disponível em <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G11/124/85/PDF/G1112485.pdf?OpenElement>. Acessado em 29 de maio de 2012.

IBGE (10 out. 2002). Área territorial oficial. Resolução da Presidência do IBGE de n° 5 (R.PR-5/02). Página visitada em 5 de junho de 2012.

IBGE, Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pb>. Acessado em 22 de maio de 2012. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>. Acessado em 17 de junho de 2012.

Índice GINI. Cidade Sat. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003). Página visitada em 06 de maio de 2012. International Bank for Reconstruction and Development (IBRD), World Bank. The Human Right to Water. Legal and Policy Dimensions. 2004. Disponível em [www.wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/2004/10/18/000090341\\_20041018135134/Rendered/PDF/302290PAPER0Human0right0to0H20.pdf](http://www.wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/2004/10/18/000090341_20041018135134/Rendered/PDF/302290PAPER0Human0right0to0H20.pdf) . Acessado em 26 de maio de 2012.

International Conference on Water and Sustainable Development. Dublin Conference, UN, 1992. Disponível em <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html>. Acessado em 24 de junho de 2012.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Development Programme (UNDP). Water as a Human Right? 2004. Disponível em [data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-051.pdf](http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-051.pdf) . Acessado em 23 de maio de 2012. Mar del Plata UN Water Conference, UN, 1977.

Karl Pearson, “Contributions to the Mathematical Theory of Evolution.—II. Skew Variation in Homogeneous Material”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A*, 186, (1895), page 343.

KAZMIER, L. J. (2004). Estatística aplicada à economia e administração. São Paulo: Pearson Makron.

LAPONNI, Juan Carlos (1997). Estatística usando o Excel. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora.

LOPES, Vanessa Cristina and LIBANIO, Marcelo. Proposição de um índice de qualidade de estações de tratamento de água (IQETA). Eng. Sanit. Ambient.[online]. 2005, vol.10, n.4, pp. 318-328. ISSN 1413-4152.

LUNA, Carlos Feitosa et al. Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarréicos na população rural do agreste central de Pernambuco, Brasil. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant. [online]. 2011, vol.11, n.3, pp. 283-292. ISSN 1519-3829;

MARENGO, J. A. et al. Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio). Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, fevereiro 2007.

MELO, Marcus André B. C. O padrão brasileiro de intervenção pública no saneamento básico. Revista Brasileira de Administração Pública. Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 84-102, jan./mar. 1989.

Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conteúdo disponível em <http://www.ibama.gov.br>. Acessado em Julho de 2012.

MONTEIRO, Carlos Augusto. A dimensão da pobreza, da desnutrição e da fome no Brasil. Estud. av. [online]. 2003, vol.17, n.48, pp. 7-20. ISSN 0103-4014.

MORAES NETO, João M. de; BARBOSA, Marx P. and ARAUJO, Alexandre E. de. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2007, vol.11, n.1, pp. 61-66. ISSN 1807-1929.

MORETTO et al., v(1), n°1, p. 99-114, 2010. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. REGET-CT/UFSM. Pág. 102.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Caderno Água e Saúde: OPAS/OMS, 1998.

ORSATO, R.J. 2002. Posicionamento ambiental estratégico – Identificando quanto vale a pena investir no verde. In: Gestão Ambiental e Competitividade na Empresa. Revista Eletrônica de Administração. Vol. 8. UFRGS. Rio Grande do Sul.

PARAÍBA (2004). Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais – SEMARH. Levantamento batimétrico do açude Epitácio Pessoa – Relatório Técnico. Campina Grande.

PHILIPPI JR., A., ROMERO, M. A., BRUNA, G. C. Uma introdução a questão ambiental. In: PHILIPPI JR., A., ROMERO, M. A., BRUNA, G. C. Curso de Gestão Ambiental. Barueri: Manolo, p. 3-18, 2004.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Relatório de Desenvolvimento Humano 2006: A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. 2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008: Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido. 2007.

RANGEL JUNIOR, Antonio Guedes. Campina Grande hoje e amanhã. [Livro Eletrônico]./ Antonio Guedes Rangel Junior; Cidoval Moraes de Sousa. - Campina Grande: EDUEPB, 2013.

Ranking decrescente do IDH-M dos municípios do Brasil. Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (2000). Página visitada em 11 de junho de 2012.

RASELLA, Davide. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbimortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2013, vol.29, n.1, pp. 40-50. ISSN 0102-311X.

REBOUCAS, Aldo da C.. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estud. av.* [online]. 1997, vol.11, n.29, pp. 127-154. ISSN 0103-4014.

Relatório do Desenvolvimento Humano 2011, Sustentabilidade e Equidade: Um Futuro Melhor para Todos. Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD), PNUD, 2011. Disponível em: [http://mirror.undp.org/angola/LinkRtf/HDR\\_2011\\_PT.pdf](http://mirror.undp.org/angola/LinkRtf/HDR_2011_PT.pdf). Acessado em 8 de junho de 2012.

Report of the United Nations High Commissioner for Human Rights on the scope and content of the relevant human rights obligations related to equitable access to safe drinking water and sanitation under international human rights instruments, UN, 2007. UN General Assembly Resolution A/Res/54/175 “The Right to Development”, UN, 1999. Disponível em [www.un.org/depts/dhl/resguide/r54.htm](http://www.un.org/depts/dhl/resguide/r54.htm) . Acessado em 28 de junho de 2012.

RESENDE, Sonaly. *Eng. sanit. ambient.* Vol.12 - Nº 1 - jan/mar 2007, p. 90-10

REZENDE, Sonaly; WAJNMAN, Simone; CARVALHO, José Alberto Magno de e HELLER, Léo. Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano 2000. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2007, vol.12, n.1, pp. 90-101. ISSN 1413-4152.

RICCI, Paolo F.; Ragaini, Richard C.; Goldstein, Robert e Smith William (2001) *Global Water Quality, Supply And Demand: Implications For Megacities.* *Water — Pollution:* Pp. 443-467.

ROCHA, H. L. S. Campina Grande. *Dados Geográficos*, 1997. Disponível em <http://www.helderarocha.com.br/paraiba/campina/geografia.html>. Acessado em 22 de outubro de 2011.

ROSEGRANT, Mark W, 2002. *World water and food to 2025: Dealing with Scarcity.* Cline.

SACHS, I. Em busca de novas estratégias de desenvolvimento. In: SACHS, I. Rumo à Ecosocioeconomia. São Paulo: Cortez, p. 267-284, 2007.

SALLES, Maria José. Política nacional de saneamento: percorrendo caminhos em busca da universalização. / Maria José Salles. Rio de Janeiro: s.n., 2009.

SANTIN, Janaína Rigo and GOELLNER, Emanuelle. A gestão dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso. Sequência (Florianópolis) [online]. 2013, n.67, pp. 199-221. ISSN 2177-7055.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. (1989). Statistical Methods. 8rd ed. Iowa: Iowa State University Press, 1989.

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org), Abastecimento de água: gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento. Salvador: ReCESA, 2008. 139p. Disponível em: [http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/livros/gerenciamento\\_perdas/livro\\_gerenciamento\\_perdas.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/livros/gerenciamento_perdas/livro_gerenciamento_perdas.pdf). Acessado em 20 de junho de 2012.

SILVA JUNIOR, Modelagem da Eficiência do Tratamento de Água para Abastecimento Público Urbano através de Análise de Regressão Multivariada. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007

SPOSATI, Aldaíza e LOBO, Elza. Controle social e políticas de saúde "Controle Social e Políticas de Saúde". Cad. Saúde Pública [online]. 1992, vol.8, n.4, pp. 366-378. ISSN 0102-311X.

SOARES, Sérgio R. A.; BERNARDES, Ricardo S. and CORDEIRO NETTO, Oscar de M.. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cad. Saúde Pública [online]. 2002, vol.18, n.6, pp. 1713-1724. ISSN 0102-311X.

SUDEMA. 2004. Atualização do Diagnóstico Florestal do Estado da Paraíba-João Pessoa. 268p. ; 40 Mapas.

UN General Assembly Resolution A/RES/64/292, UN, 2010. Disponível em [www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292). Acessado em 18 de junho de 2012.

UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância). Situação mundial da infância. Brasília, DF; 2005

United Nations Conference on Environment and Development. UN, Rio Summit, 1992. Disponível em <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/>. Acessado em 19 de maio de 2012.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), UNESCO Etxea UNESCO Centre Basque Country. Outcome of the International Experts' Meeting on the Right to Water. Paris, 7 and 8 July 2009. 2009. Disponível em [unesdoc.unesco.org/images/0018/001854/185432e.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001854/185432e.pdf) . Acessado em 22 de junho de 2012.

United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), Centre on Housing rights and Evictions (COHRE), American Association for the Advancement of Science (AAAS), Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC). Manual on the Right to Water and Sanitation. 2007. Disponível em [www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2536](http://www.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=2536) . Acessado em 28 de maio de 2012.

United Nations International Conference on Population and Development, UN, 1994. Disponível em <http://www.un.org/popin/icpd2.htm>. Acessado em 3 de junho de 2012.

UN-water global annual assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2012 report: the challenge of extending and sustaining services - Disponível em: [http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas\\_report\\_2012\\_eng.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/glaas_report_2012_eng.pdf). Acessado em 21 de maio de 2012.

VEIGA, J. E. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond. 2005.

VIANNA, Rodrigo Pinheiro de Toledo and SEGALL-CORREA, Ana Maria. Insegurança alimentar das famílias residentes em municípios do interior do estado da Paraíba, Brasil. *Rev. Nutr.*[online]. 2008, vol.21, suppl., pp. 111s-122s. ISSN 1415-5273.

SEFFNER, Fernando et al. Narrativas da origem histórica dos direitos humanos nos manuais de direito. *Cad. Pesqui.* [online]. 2014, vol.44, n.153, pp. 694-719. ISSN 0100-1574

SILVA, Vicente de P. R. da et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2013, vol.17, n.1, pp. 100-105. ISSN 1807-1929.

SOUZA, Marielle Medeiros de and GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2014, vol.19, n.3, pp. 263-274. ISSN 1413-4152.

SOUZA, Pedro Dionísio de, (2015). *Coletânea de Textos do Projeto Oficina de Texto 10ª Ed.* Notáveis Autores 2015, Motiva. P. 92

VARGAS, Marcelo Coutinho. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. *Ambient. soc.* [online]. 1999, n.5, pp. 109-134. ISSN 1809-4422.

World Bank (2010) *Water Sanitation and Children's Health Evidence from 172 DHS Surveys*, Development Economics Prospects Group, Policy Research Working Paper 5275. By Isabel Günther & Günther Fink, Switzerland.

WEBSTER UNIVERSITY, *The Human Right to Food & Water Conference*. Feb, 2010. Disponível em: [http://www2.webster.edu/depts/artsci/i/pdf/speaker\\_bios2.pdf](http://www2.webster.edu/depts/artsci/i/pdf/speaker_bios2.pdf) . Acessado em 30 de Março de 2013.

WEBER, J. Gestão de recursos renováveis; fundamentos teóricos de um programa de pesquisas. In: VIEIRA, P. F. & WEBER, J. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez Editora, p. 115-146, 1996.

WENHOLD, Friede e FABER, Mieke. Water in nutritional health of individuals and households: an overview. *Water SA (Online)* [online]. 2009, vol.35, n.1, pp. 61-71. ISSN 1816-7950.

WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, 2012 Disponível em [http://www.wssinfo.org/fileadmin/user\\_upload/resources/JMP-report-2012-en.pdf](http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMP-report-2012-en.pdf). Acessado em 30 julho de 2012.

WONNACOTT, T.H.; WONNACOTT, R. J. (1990). *Introductory Statistics*. New York. John Wiley & Sons;

World Health Organization, (WHO, 2003) *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. World Health Organization, Geneva. 40 pp. (WHO/SDE/WSH/03.02)

World Summit on Sustainable Development, UN, 2002. Disponível em [www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit\\_docs/1009wssd\\_pol\\_declaration.htm](http://www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit_docs/1009wssd_pol_declaration.htm). Acessado em 22 de junho de 2012.

World Resources Institute. Oxford University Press, *World Resources 1990-91- Essential data on 146 countries*, tab. 22.1, p 331, 1990.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO.

- 
- i Conceito de Saneamento, conforme Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), com os seguintes objetivos permanentes (BRASIL, 1975);
- ii Conceito de água potável, com base no normatizado pelo Ministério da Saúde. Portaria nº 1469 de 29/12/2000. Normas e padrões 2 de potabilidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União; 2001;
- iii O forte desenvolvimento das declarações de direitos humanos fundamentais deu-se, porém, a partir do terceiro quarto de século XVIII até meados do século XX. (MORAES, 2011, p. 7), em SEFFNER, 2014.
- iv Em pesquisas preliminares, o AUTOR (2015) realizou cruzamento com T-student considerando outras variáveis não consideradas no Projeto de Qualificação deste mestrado. Os resultados preliminares sinalizaram relações interessantes para estes oito municípios pesquisados quanto Oferta, Demanda, PIB, IDH e População (base per capita). Esses estudos serão continuados posteriormente, pós-mestrado.
- v Disponível em [http://www.federationofscientists.org/pmpanels/pollution/water\\_quality.pdf](http://www.federationofscientists.org/pmpanels/pollution/water_quality.pdf). acessado em 18ABR14 as 12h14 por Márcio Dionísio de Souza.
- vi Os Oito Objetivos do Milênio são: (1) acabar com a fome e a miséria; (2) oferecer educação básica de qualidade para todos; (3) promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; (4) reduzir a mortalidade infantil; (5) melhorar a saúde das gestantes; (6) combater a Aids, a malária e outras doenças; (7) garantir qualidade de vida e respeito ao meio ambiente; e (8) estabelecer parcerias para o desenvolvimento. Fonte: UN, 2000.
- vii Disponível em [http://www.insa.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/CAMPINA\\_GRANDE\\_HOJE\\_AMANHA.pdf](http://www.insa.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/CAMPINA_GRANDE_HOJE_AMANHA.pdf), acessado em 21JAN14 as 23h11 por Márcio Dionísio de Souza
- viii Disponível em XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007, acessado em 02NOV14 as 02h14 por Márcio Dionísio de Souza
- ix Criado em 1971 com 4 centros de pesquisa e 18 países membros, inicia seu aspecto interdisciplinar em 1980 com crescimento para 13 centros de pesquisa no mundo afins a essas temáticas. O CGIAR repensou o seu modelo em 2000, o que resultou em uma reforma em 2009, agora com 15 centros de pesquisa, 64 países membros, sendo 25 deste de países em desenvolvimento e investimento em pesquisa da ordem de US\$ 673 milhões (dólares).
- x Disponível em <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5926.pdf>, acessado em 22JAN15 as 17h42 por Márcio Dionísio de Souza.
- xi Disponível em <http://thehealthyplanet.com/2011/10/webster-university-to-hold-human-right-to-food-water-conference-feb-12-13>, acessado em 115OUT14 as 19h34 por Márcio Dionísio de Souza;
- xii Assim como em outros Países, Estados e Municípios, o sistema francês serviu de modelo inspirador ao Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, posteriormente reconhecido pela International Water Supply Association em relatório internacional de 1990, VARGAS (1999). Aqui, entende-se como Sistema Integrado o fornecimento de água encanada provida pela CAPEPA a partir da ETA de Gravatá descrito também na Figura 01 deste documento;
- xiii Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/projetos/Proagua.aspx>, acessado em 14SET14 as 22h14 por Márcio Dionísio de Souza
- xiv Também denominando T-Student (PEARSON, 1895)