



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**

**JESSYKA MARCELINO DA CUNHA**

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA DE USO RESIDENCIAL NA  
CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

**Campina Grande – PB**

**Agosto de 2018.**

**JESSYKA MARCELINO DA CUNHA**

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA DE USO RESIDENCIAL NA  
CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG,  
como um dos requisitos para obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia Civil.

Área de habilitação: Recursos Hídricos.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Gledsneli Maria de Lima Lins.

**Campina Grande – PB**

**Agosto de 2018.**

**JESSYKA MARCELINO DA CUNHA**

**GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA DE USO RESIDENCIAL NA  
CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG,  
como um dos requisitos para obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 06 de agosto de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Dra. Gledsneli Maria de Lima Lins  
Profa. Efetiva da AERH/UAEC/CTRN/UFCG

---

Membro Interno: Dra. Dayse Luna Barbosa  
Profa. Efetiva da AERH/UAEC/CTRN/UFCG

---

Membro Interno: Francisco de Assis Costa Neto  
Mestrando PPGECA – CTRN/UFCG

---

Membro Externo: Ms. José Augusto Souza  
Coordenador de Gestão Comercial e Atendimento ao Público – CAGEPA

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por sempre estar presente em minha vida, me guiando e iluminando meus caminhos e por me dar forças para vencer os obstáculos que encontrei ao longo de minha jornada.

À minha família por todo o apoio que sempre me deram, em especial à minha mãe, Darci Pereira da Cunha, que sempre torceu e acreditou em mim, pela confiança, incentivo e toda força que me deu nos momentos mais complicados, sendo minha grande parceira e incentivadora a quem dedico todas as minhas vitórias na vida. Aos meus tios, minha prima Bruna, minha tia (e madrinha) e minha amada avó por tudo que sempre me proporcionaram.

Aos meus amigos, Camila Farias, Ana Gabrielle, Matheus Abrantes, Carlos Vinícius, André Mota e Flávia Sousa, que conheci durante a graduação, trilharam essa jornada comigo desde o início e que formam minha segunda família. Por sempre me incentivarem e, desde o início, acreditarem em mim muitas vezes até mais do que eu mesma. À Tatiana Olímpio pelo incentivo, apoio e companheirismo que sempre teve e ainda tem comigo. À minha grande amiga Emilly Melo, que está na minha vida há muito tempo, em quem eu sempre me espelhei, que a todo momento me incentivou, que me conhece e me entende como ninguém, em quem sempre pude confiar e de quem sempre recebi muito apoio.

À minha orientadora Gledsneli Lins, pela ajuda, pelos ensinamentos e paciência, pela sua disponibilidade e compromisso em transmitir a parte necessária de seu amplo conhecimento e experiência. À professora Zédna Mara de Castro Lucena Vieira pela estimada contribuição no desenvolvimento do trabalho.

À UFCG por proporcionar a minha formação, contribuindo com a transmissão de conhecimento por seu corpo docente e com as condições para o aproveitamento obtido. Gostaria de agradecer também a José Augusto Souza, Coordenador de Gestão Comercial e Atendimento ao Público da CAGEPA, que foi de fundamental importância para a realização desse trabalho, disponibilizando os dados necessários sempre que solicitado.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente na minha caminhada até aqui.

## RESUMO

O acesso à água é um dos maiores problemas enfrentados em todo o mundo atualmente, que se agrava cada vez mais, principalmente nos centros urbanos. Com o crescimento populacional das cidades e a crescente demanda por água para as atividades humanas, o uso eficiente desse recurso se torna ainda mais importante. Nas regiões semiáridas, a disponibilidade hídrica é muito baixa e o risco de ocorrência de crises é alto. Localizada no semiárido nordestino, a cidade de Campina Grande – PB enfrenta, atualmente, a maior crise hídrica de sua história, desencadeada por uma seca de seis anos que atingiu a região. Nesse contexto, o presente trabalho visa apresentar medidas de gerenciamento da demanda urbana de água de modo que seu uso traga maior sustentabilidade ao reservatório Epitácio Pessoa, único responsável pelo abastecimento da cidade. A pesquisa foi realizada com base na definição do consumo *per capita* de dois bairros residenciais da cidade – um de classe baixa e outro de classe alta – e projetando-se as reduções no consumo urbano de água obtidas pela adoção de medidas de gerenciamento de demanda adequadas à situação socioeconômica de cada bairro. Constatou-se um aumento do consumo para a cidade com o fim do racionamento e os valores das reduções do consumo com a adoção de captação de água de chuvas para o bairro do Araxá e de aparelhos poupadores e reuso de água para o bairro do Mirante. Os resultados obtidos podem orientar a tomada de decisão em relação às medidas de maior efetividade para a cidade.

**Palavras-chave:** Demanda urbana de água, crise hídrica, medidas de gerenciamento, uso eficiente da água.

## ABSTRACT

The access to water is one of the biggest problems that the world is facing today, which is getting worse, especially in urban centers. With the urban population growth and the increasing human activities water demands, the efficient use of this resource becomes even more important. In semi-arid regions, water availability is very low and the risk of crisis is high. Located in the northeastern semi-arid region, the city of Campina Grande - PB is currently facing the biggest water crisis in its history, triggered by a six-year drought that hit the region. In this context, the present work aims to present measures of urban water demand management so that its use brings greater sustainability to the Epitácio Pessoa reservoir, which is the only one responsible for supplying the city. The research was carried out based on the definition of the per capita consumption of two residential districts of the city - one of lower class and one of upper class - and projecting the reductions in urban water consumption obtained by the adoption of adequate demand management measures to the socioeconomic situation of each neighborhood. There was an increase in consumption for the city with the end of rationing and the values of consumption reductions with the adoption of rainwater harvesting for the neighborhood of Araxá and saving appliances and water reuse for the neighborhood of Mirante. The obtained results can drive the decision-making in relation on the most effective measures for the city.

**Keywords:** Urban water demand, water crisis, management measures, efficient use of water.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da Água no Mundo.....	14
Figura 2 – Distribuição da Água Doce Superficial no Mundo.....	15
Figura 3 – Distribuição da Água Doce Superficial no Continente Americano .....	15
Figura 4 – Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil .....	15
Figura 5 - Localização de Campina Grande no Semiárido brasileiro.....	19
Figura 6 – Evolução do Volume de Água Armazenado no Açude Epitácio Pessoa .....	21
Figura 7 – Evolução do Volume Armazenado no Açude Epitácio Pessoa nos Últimos 12 Meses.....	22
Figura 8 - Localização do bairro do Araxá.....	24
Figura 9 - Localização do bairro do Mirante.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores dos consumos mensais (macromedição) de Campina Grande.....	26
Tabela 2 - Valores dos consumos mensais dos bairros do Araxá e do Mirante .....	27
Tabela 3 - Consumos per capita de Campina Grande para o ano de 2017 .....	29
Tabela 4 - Consumos per capita para Campina Grande durante e após o racionamento .....	29
Tabela 5 - Valores dos consumos per capita dos bairros do Araxá e do Mirante para o ano de 2017 .....	30
Tabela 6 - Redução de consumo proporcionada pelos aparelhos poupadores .....	33



## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
CAGEPA	Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MI	Ministério da Integração Nacional
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OMS	Organização Mundial da Saúde
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PMCG	Prefeitura Municipal de Campina Grande
PNCDA	Programa Nacional de Controle ao Desperdício de Água
PIMC	Programa Um Milhão de Cisternas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA .....	12
3. OBJETIVOS .....	13
3.1 Objetivo Geral .....	13
3.2 Objetivos Específicos .....	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
4.1 Distribuição dos Recursos Hídricos.....	14
4.2 Demanda Urbana de Água e Gerenciamento de Recursos Hídricos .....	16
5. CASO DE ESTUDO .....	19
5.1 Cidade de Campina Grande.....	19
5.2 Breve relato sobre o abastecimento de água de Campina Grande .....	20
5.3 Bairro do Araxá.....	23
5.4 Bairro do Mirante .....	24
6. METODOLOGIA.....	26
6.1 Comparação do consumo <i>per capita</i> de Campina Grande durante e após o racionamento de água .....	26
6.2 Análise do consumo <i>per capita</i> em função da faixa de renda da população .....	27
6.3 Estimativa da redução de consumo de água em função da adoção de medidas de gerenciamento de demanda .....	28
6.3.1 Bairro do Araxá.....	28
6.3.2 Bairro do Mirante .....	28
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
7.1 Comparação do consumo <i>per capita</i> de Campina Grande durante e após o racionamento de água .....	29
7.2 Análise do consumo <i>per capita</i> em função da faixa de renda da população .....	30
7.2.1 Consumo médio doméstico <i>per capita</i> do Bairro do Araxá.....	30
7.2.2 Consumo médio doméstico <i>per capita</i> do Bairro do Mirante .....	31
7.3 Estimativa da redução de consumo em função da adoção de medidas de gerenciamento da demanda .....	32
7.3.1 Redução de consumo no bairro do Araxá .....	32
7.3.2 Redução de consumo no bairro do Mirante.....	33
7.4 Discussão dos Resultados.....	34
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais valioso para a manutenção da vida. Esse recurso é mal distribuído e o acesso à água potável é um grande problema enfrentado em todo o mundo atualmente e tem se agravado, cada vez mais, principalmente nos centros urbanos. O Brasil, embora considerado um país com abundância de água detendo 12% da água doce disponível no mundo (Geo Brasil, 2007), também sofre com problemas de escassez devido à má distribuição da água ao longo do seu território. Sendo assim, se faz necessária uma gestão eficiente da demanda de água para garantir que todos tenham acesso a esta.

Os modelos de gestão de recursos hídricos focalizavam, tradicionalmente, medidas para a solução de garantia da oferta de água que priorizavam a construção de obras hidráulicas com a finalidade de armazenar água. Contudo, a crescente preocupação com o meio ambiente, o conceito de desenvolvimento sustentável, os usos múltiplos da água, o aumento populacional concentrado nas áreas urbanas, os avanços da tecnologia, entre outros fatores, têm gerado mudanças significativas nos modelos de gestão. (LINS E RIBEIRO, 2007).

Os novos modelos visam associar o gerenciamento da oferta e da demanda de água, dois aspectos distintos, porém intimamente relacionados, promovendo assim a gestão integrada do recurso. Com isso, alia-se a satisfação da demanda, atendendo aos pré-requisitos técnicos do sistema de abastecimento, com medidas de preservação promovendo o uso eficiente da água de modo que essa aliança resulte na redução do consumo.

A situação de escassez de água é mais preocupante em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro e, em particular, o estado da Paraíba. Segundo relatório produzido pelo Ministério da Integração Nacional - MI (2005), 89,65% da área do território paraibano se encontram inseridos no Semiárido. Nessas regiões, o uso adequado da água se torna mais importante, devido à escassez de chuvas nessas regiões e à má distribuição das precipitações no tempo e no espaço.

A cidade de Campina Grande se encontra no semiárido paraibano estando, assim, sujeita a secas periódicas; estas vêm ocorrendo em intervalos de tempo cada vez menores e se estendido por mais tempo, como pode-se observar nas duas últimas crises vivenciadas na cidade, a primeira no final da década de 90 e a segunda desde 2012 e ainda não foi superada. Nesse cenário, faz-se necessária a adoção de medidas de gestão da demanda da água visando otimizar o consumo deste recurso e prevenir cenários de crise hídrica.

## 2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a situação da cidade de Campina Grande – que se encontra numa região semiárida, estando assim sujeita a secas periódicas que, atreladas à má gestão da demanda de água, levam a cenários de crise hídrica, como a atual que a cidade ainda vem tentando superar totalmente –, faz-se necessária a adoção de medidas e mecanismos para uma melhor gestão deste recurso, visando promover o consumo racional da água, não apenas em tempos de crises, mas como forma de preveni-las ou atenuá-las.

Sendo assim, a análise da demanda de água em bairros de diferentes realidades socioeconômicas, se torna necessária, uma vez que é possível estudar medidas de gestão da demanda que podem ser adotadas em nível geral e as que podem ser aplicadas apenas para classes de renda específicas. Dentre os estudos relacionados às medidas de gestão da demanda de acordo com a renda já realizados na cidade de Campina Grande (MINERVINO, 2017; LINS E RIBEIRO, 2007), ainda não foi analisada a situação para bairros de classe alta.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar medidas de gerenciamento da demanda de água de uso residencial na cidade de Campina Grande – PB, visando o seu uso mais eficiente, de modo a trazer maior sustentabilidade ao abastecimento de água da referida cidade.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a demanda de água na cidade de Campina Grande em dois cenários, durante e após o racionamento;
- Analisar e comparar a demanda de água em dois bairros residenciais da cidade, sendo um deles de classe alta e outro de classe baixa;
- Apresentar e discutir métodos ou mecanismos que podem ser adotados visando reduzir o consumo de água, indicando a redução do consumo possibilitada por eles, de acordo com a realidade socioeconômica de cada bairro estudado.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Distribuição dos Recursos Hídricos

Há uma considerável disparidade quanto à disponibilidade de recursos hídricos tanto no âmbito do planeta como um todo quanto no Brasil. Sabe-se que, apesar da grande quantidade de água existente no planeta Terra, 97,5% da água é salgada, estando presente predominantemente nos oceanos, e dos 2,5% da água doce do planeta boa parte se encontra nas geleiras e, portanto, não disponíveis para o consumo. Apenas 0,3% da água doce do planeta está presente nos rios e lagos e, assim, acessíveis para o uso. Esse cenário se agrava ainda mais quando o recurso é utilizado sem preocupações com a sua preservação. A Figura 1 apresenta os percentuais de disponibilidade da água como discutido.

Figura 1 - Distribuição da Água no Mundo

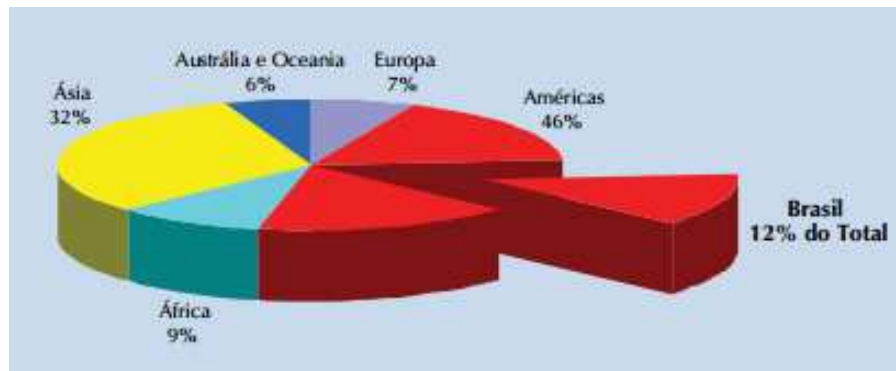


Fonte: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO)

O Brasil concentra 3% da população mundial e cerca de 12% de toda a água doce superficial disponível no planeta (Geo Brasil, 2007) e apresenta uma situação confortável, em termos globais, quanto aos recursos hídricos, porém apesar desse aparente conforto existe uma distribuição espacial desigual desse recurso no território brasileiro. Esse percentual tem fortalecido a ideia de abundância de água no Brasil e colaborado para a cultura de desperdício, para o não investimento em medidas para sua preservação, tanto quantitativa quanto qualitativamente, como também com o pouco valor econômico atribuído a este recurso.

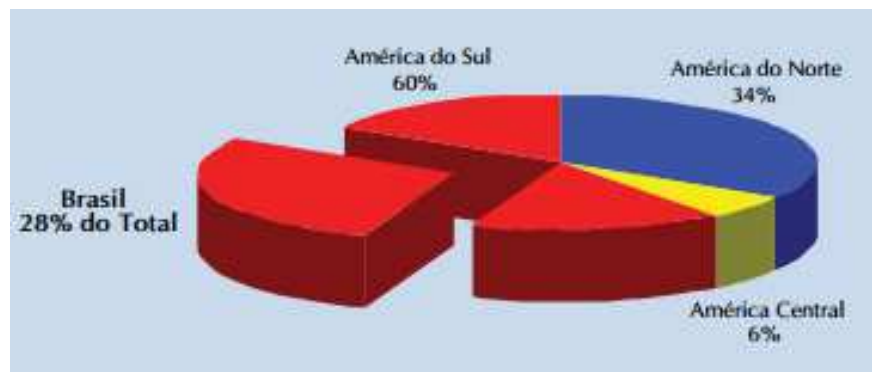
As Figuras 2 e 3, a seguir, apresentam a distribuição da água demonstrando a parcela presente no Brasil.

Figura 2 – Distribuição da Água Doce Superficial no Mundo



Fonte: Geo Brasil (2007).

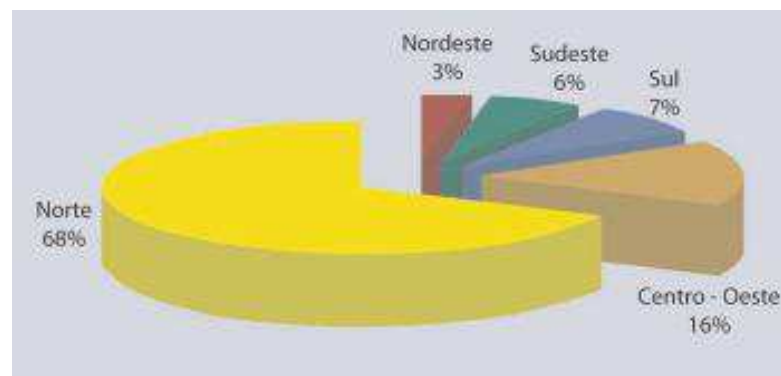
Figura 3 – Distribuição da Água Doce Superficial no Continente Americano



Fonte: Geo Brasil (2007).

A distribuição das águas no Brasil não é uniforme no território nacional, pois, enquanto a região Norte dispõe de 68% dos recursos hídricos e é habitada por apenas 7% da população nacional, o Sudeste, onde vivem 42,6% dos habitantes, tem apenas 6% dos recursos hídricos disponíveis, como consta na Figura 4.

Figura 4 – Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil



Fonte: ANA (2009)

## 4.2 Demanda Urbana de Água e Gerenciamento de Recursos Hídricos

Segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000) e IBGE (2010), a distribuição da população brasileira passou de 79% na zona urbana e 21% na zona rural para cerca de 84% da população nas cidades e 16% no campo, demonstrando com isso o aumento da população nas cidades acarretando, também, um aumento do consumo de bens nesses locais. Dentre esses bens encontra-se a água.

O crescimento desordenado dos centros urbanos, trazendo consigo o aumento da população ao longo dos anos, vem acarretando uma maior pressão sobre a produção de alimentos exigindo água para a irrigação, sobre a energia e insumos, demandando água para a produção de energia hidrelétrica e o setor industrial, e ainda sobre a quantidade e a qualidade hídrica. Sendo assim, com o passar dos anos, a disponibilidade de água para atender a todas as necessidades desses múltiplos usos tem se tornado difícil, tornando necessária a gestão correta desse recurso, para evitar transtornos por sua escassez.

Por outro lado, as dificuldades com relação ao uso da água em regiões semiáridas são bastante antigas e relevantes. A situação do semiárido nordestino, por exemplo, é uma das mais preocupantes, pois este enfrenta o problema da variabilidade temporal e espacial das chuvas e secas recorrentes, além da multiplicidade de usos da água e falta e/ou ineficiência de políticas públicas para minimizar ou eliminar a escassez hídrica da região (BATISTA, 2013; VIEIRA; SANTOS; CURI, 2010). Quando o efeito demográfico se alia aos efeitos climáticos, como a semiaridez, há um aumento das dificuldades do gerenciamento.

Na bacia hidrográfica do rio Paraíba, por exemplo, a população urbana atinge 79,36% da população total (equivalentes a 54,2% da população do Estado da Paraíba). Para o município de Campina Grande, inserido na Região do Médio Curso do rio Paraíba, esse percentual equivale a 92,5% da população total municipal (LINS E RIBEIRO, 2007).

Da mesma forma, as mudanças climáticas podem ser destacadas como um fator agravante por acarretar alterações no ciclo hidrológico das regiões, aumentando os problemas de estresse e escassez que comprometem a segurança alimentar, e que associados à dificuldade de implementar um planejamento e gestão dos recursos hídricos adequados acabam por gerar diversos prejuízos.

A Lei nº 9.433, promulgada em 08 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de



Gerenciamento de Recursos Hídricos, é um marco das políticas públicas ambientais brasileiras (BRASIL, 1997). Esta lei deu início a um novo enfoque para uma gestão integrada dos recursos hídricos por meio da introdução de planejamento e de instrumentos econômicos que permitissem a gestão destes recursos.

Até então, a maneira mais comum utilizada para solucionar tais questões, ao longo dos anos, foi a expansão da oferta por meio de obras hidráulicas dentre as quais encontra-se a construção de reservatórios, com o objetivo de armazenar água nos períodos de chuva para utilizar nas épocas de seca. Alternativa essa que, além de muito dispendiosa, acarreta impactos ambientais e, quando associada à gestão ineficiente desses reservatórios e ao constante crescimento da demanda, acarreta falhas, principalmente no sistema de abastecimento humano e da irrigação. Esses problemas provocam conflitos entre os usuários e os órgãos responsáveis pela gestão, sendo ainda mais preocupantes diante de frequentes crises hídricas provocadas pelas secas periódicas.

Em reformulação à tradicional solução para este tipo de problema, caracterizada inicialmente pela expansão da oferta, surgiu, no âmbito da gestão de recursos hídricos, o conceito do gerenciamento da demanda, que consiste, na prática, na adoção de medidas que incentivem o uso racional de água, sem prejuízo nos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais (ALBUQUERQUE, 2004).

As medidas de gerenciamento de demanda urbana de água, necessárias para lidar com os problemas do sistema de abastecimento, podem ser medidas estruturais e não estruturais.

Medidas estruturais:

- Sistema de aproveitamento de águas pluviais, que consiste na coleta e armazenamento de água da chuva. Essa prática pode trazer muitos benefícios. Podem-se citar outros aspectos positivos no uso dos sistemas de aproveitamento de água pluvial: preservação do meio ambiente; utilização de estruturas existentes na edificação (telhado, lajes e rampas); baixo impacto ambiental; água com qualidade aceitável para vários fins, com pouco ou nenhum tratamento; aumento da segurança hídrica para atender o crescimento populacional ou para atender áreas deficientes de abastecimento, entre outros. (LIMA, 2011);
- O controle de vazamentos em edifícios, consistindo na detecção de vazamentos (visíveis ou invisíveis) nas instalações hidráulicas das edificações e podendo significar importante redução de consumo de água. (TOMAZ, 2001);

- O controle de vazamentos na rede de abastecimento, que consiste na investigação por parte do poder público sobre a quantidade de vazamentos, dando o devido suporte técnico o mais rápido possível, e sempre que possível renovando os trechos de tubulações em que mais acontecem vazamentos;
- O uso de aparelhos e peças sanitárias que reduzam o consumo, consistindo na substituição de válvulas de descarga, chuveiros e torneiras por equipamentos com redutores de vazão (aparelhos sanitários com caixa de descarga reduzida, chuveiros e torneiras com arejadores de vazão, entre outros), de maneira a permitir a redução do consumo (LINS E RIBEIRO, 2007);
- Reuso de água, que implica no reaproveitamento de águas já utilizadas para fins não potáveis, como descargas, lavar piso, regar plantas, entre outros.

#### Medidas não estruturais:

- Institucionais, compreendendo leis e programas que induzam o uso racional da água, regulamentando as várias alternativas que podem ser adotadas (novos códigos de obras, produção de aparelhos, utilização da água em áreas externas, entre outras), Programa Nacional de Controle ao Desperdício de Água - PNCDA (2000);
- Econômicas, compreendendo a aplicação de instrumentos que permitam o reconhecimento do valor econômico da água (cobrança pelo uso da água bruta) ou de incentivos fiscais para redução do consumo e para adoção de novas tecnologias;
- Educacionais, pela promoção de programas de educação ambiental, que conscientizem a população sobre a limitação dos recursos hídricos e a necessidade de serem evitados os desperdícios, Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD (2002).

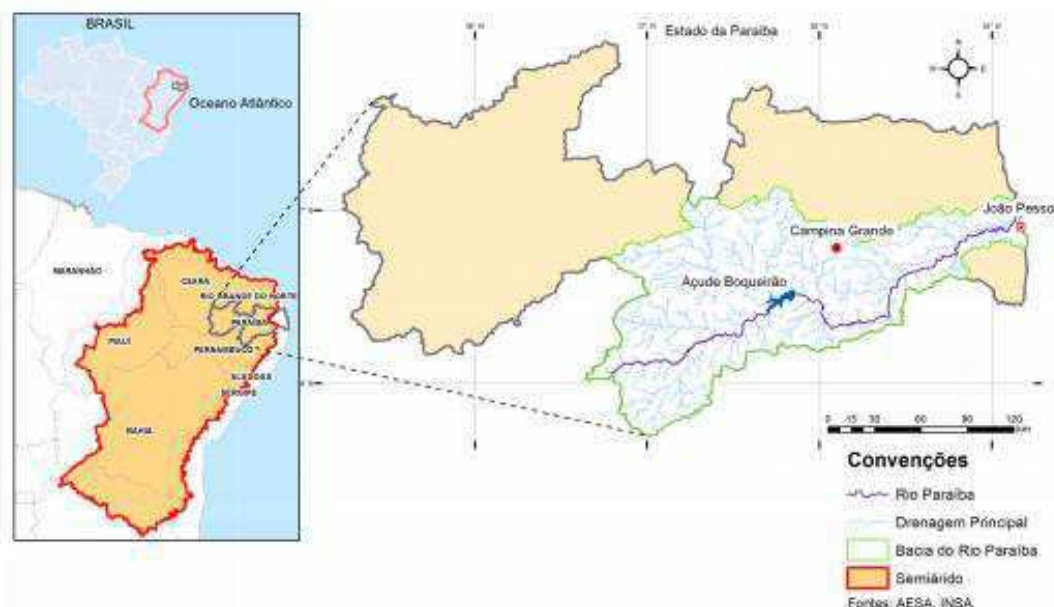
## 5. CASO DE ESTUDO

### 5.1 Cidade de Campina Grande

Campina Grande é um município brasileiro (Figura 5), situado no estado da Paraíba e inserido no trecho médio da bacia hidrográfica do rio que recebe o mesmo nome do estado, mas próximo aos divisores da bacia, não sendo banhada pelo rio principal (LINS E RIBEIRO, 2007).

Possui altitudes que variam de 500 a 600 metros, tendo uma média de 551 metros, latitude Sul de  $7^{\circ}13'50''$  e longitude Oeste de  $35^{\circ}52'52''$ ; o município está incluído na área geográfica de abrangência do clima semiárido brasileiro, que sofre com secas periódicas em função do baixo índice pluviométrico, sendo uma região semiárida. No verão as temperaturas ficam mais altas, com máximas entre  $28^{\circ}\text{C}$  e  $30^{\circ}\text{C}$ , com mínimas agradáveis de  $20^{\circ}\text{C}$ . Já no inverno, com mínimas de  $18^{\circ}\text{C}$  e máximas entre  $25^{\circ}\text{C}$  e  $27^{\circ}\text{C}$ .

Figura 5 - Localização de Campina Grande no Semiárido brasileiro



Fonte: Grande (2016).

A cidade, considerada um dos principais polos industriais da Região Nordeste e um dos maiores polos tecnológicos da América Latina, foi fundada em 1º de dezembro de 1697, tendo sido elevada à categoria de cidade em 11 de outubro de 1864. De acordo com o IBGE (2010), a população era de 385.213 habitantes com estimativas para 2017 de 410.332 habitantes,

sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, ficando atrás apenas da capital do estado, João Pessoa (PMCG, 2018). Campina Grande tem uma área de unidade territorial de 593,026 km<sup>2</sup> e um PIB per capita de R\$ 19.696,95 (IBGE, 2015).

## **5.2 Breve relato sobre o abastecimento de água de Campina Grande**

Desde a década de 1970, a cidade de Campina Grande é abastecida pelo manancial Epitácio Pessoa, mais conhecido como Açude de Boqueirão.

Construído pelo governo federal, no período de 1952 a 1956, o Açude Público Epitácio Pessoa está situado na porção semiárida da bacia hidrográfica do rio Paraíba, a maior entre aquelas totalmente inseridas no território paraibano. (RÊGO et al., 2013). O Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), é o segundo maior reservatório de água superficial do estado da Paraíba, e o fato de abastecer uma população de cerca de 700 mil habitantes, polarizada por Campina Grande, maior cidade do interior do estado e núcleo educacional, econômico e industrial, gera uma grande preocupação com a gestão dos recursos hídricos por ele disponibilizados, não só nos períodos de crise (RÊGO et al., 2012, 2014).

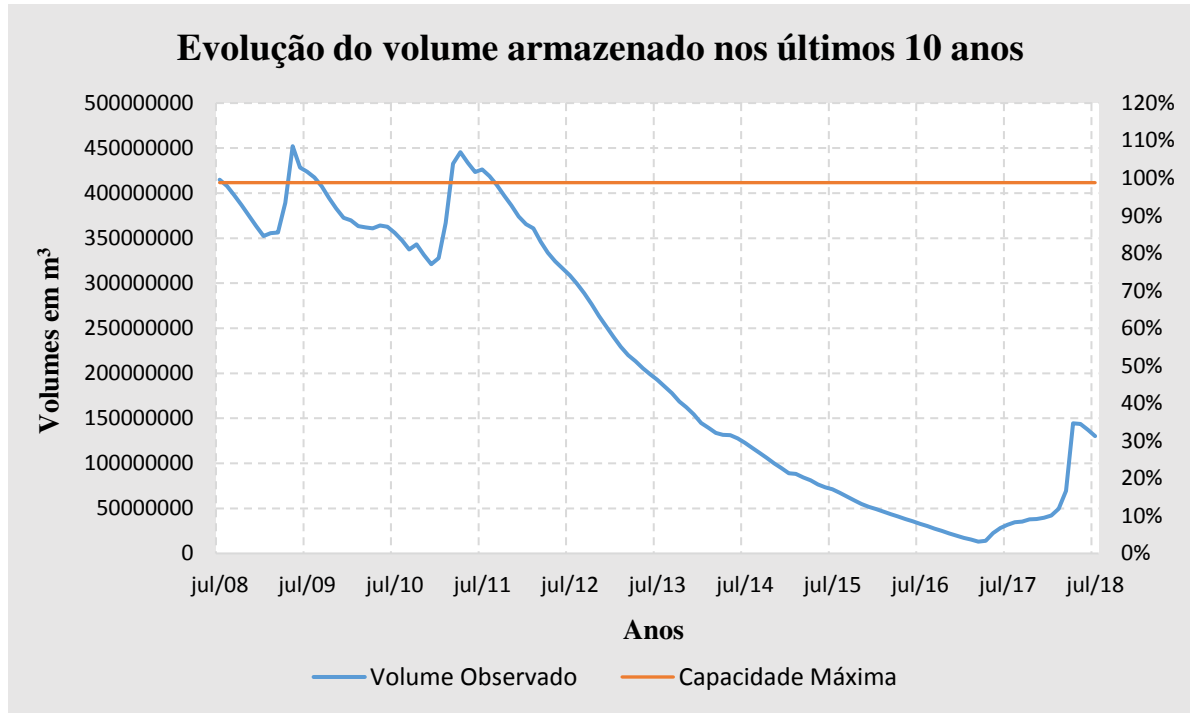
O reservatório enfrentou uma grande crise de abastecimento, entre os anos de 1997 e 1999, quando a água do reservatório era utilizada para o abastecimento humano, a irrigação e a perenização da calha do Rio Paraíba. Segundo Lins e Ribeiro (2007), durante a crise, a descarga de fundo foi suspensa, a irrigação oficialmente suspensa e as retiradas para o abastecimento de Campina Grande chegaram a ser reduzidas para cerca de 46% da captação normal. Em novembro de 1999 o reservatório atingiu seu nível mais baixo na história até então, 15% da sua capacidade, e péssimos índices de qualidade de água.

Segundo Rêgo et al. (2013), a partir do ano de 2004 iniciou-se um novo ciclo de anos chuvosos na região semiárida do Nordeste brasileiro e o Açude Epitácio Pessoa recuperou rapidamente os seus volumes de armazenamento, chegando ao nível de extravasamento (cerca de 411 hm<sup>3</sup>) neste e nos anos consecutivos até 2011, a exceção dos de 2007 e 2010.

A severa seca de 2012 marcou o retorno do ciclo de anos pouco chuvosos, e o rápido declínio do nível d'água no reservatório (Figura 6) tornou visível o estado precário da gestão dos seus recursos hídricos (RÊGO et al., 2012). Até o primeiro trimestre de 2017 a situação era bem pior que a crise anterior: a primeira medida foi tomada apenas em dezembro de 2014, com o início do racionamento do abastecimento urbano, onde o fornecimento nas cidades era

suspensão no sábado e retomado na manhã da segunda-feira (G1 Paraíba, 2014), já que o reservatório chegou a aproximadamente 90.000.000 m<sup>3</sup> de água, representando cerca de 22% de sua capacidade total.

Figura 6 – Evolução do Volume de Água Armazenado no Açude Epitácio Pessoa



Fonte: AESA, 2018 (adaptado).

Ao longo da crise, à medida que o nível do reservatório foi diminuindo, o racionamento foi se adequando. As etapas pelas quais o racionamento de água passou, segundo G1 Paraíba (2016 e 2017), seguem abaixo:

- 12/2014 – sem fornecimento entre o sábado e a manhã da segunda-feira;
- 06/2015 – população sem fornecimento 60 horas por semana;
- 10/2015 – população sem água 84 horas por semana;
- 07/2016 – a cidade foi dividida em 2 zonas;

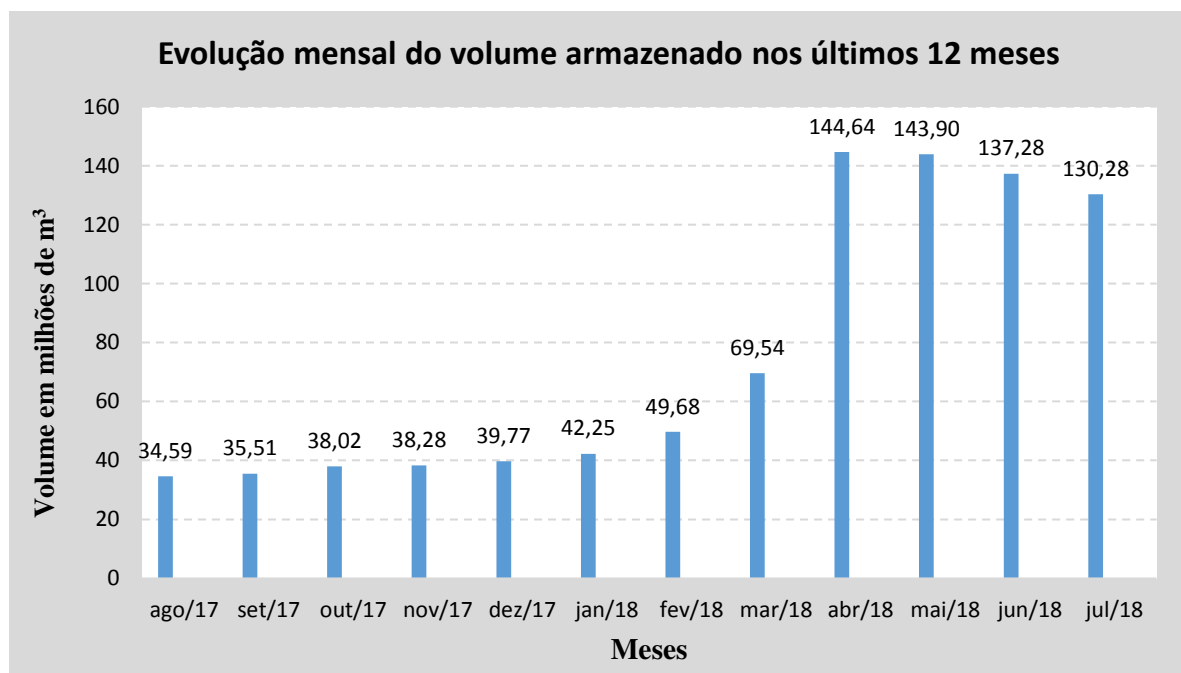
Devido ao estado de risco de colapso total no abastecimento em que se encontrava a cidade de Campina Grande e as demais 18 cidades abastecidas pelo açude de Boqueirão, as obras relativas ao eixo Leste do projeto de transposição das águas do Rio São Francisco foram aceleradas. No dia 18 de abril de 2017, quando o reservatório já se encontrava com apenas 2,9% de sua capacidade (pior índice da história), as águas da transposição do Rio São

Francisco chegaram ao espelho d'água do açude e no dia 21 de agosto, o reservatório atingiu 8,2% de sua capacidade e saiu do volume morto (G1 Paraíba, 2017).

O racionamento foi encerrado no dia 26 de agosto e Campina Grande e as outras 18 cidades abastecidas pelo açude passaram a receber a água continuamente. Em março de 2018, com o nível do açude em cerca de 12% do total, a ANA autorizou a abertura das comportas para a liberação de água para a barragem Argemiro de Figueiredo (Acauã); no início de abril ocorreu a interrupção do bombeamento das águas da transposição, para que as obras programadas para os açudes de Poções e Camalaú fossem concluídas (G1 Paraíba, 2018).

O açude de Boqueirão recebeu recargas expressivas em função das fortes chuvas que ocorreram na região do Cariri no início do ano de 2018, chegando a ultrapassar 30% de sua capacidade, porém no início de maio registrou-se a primeira queda em seu nível desde a transposição. Desde então, sem mais chuvas e com o bombeamento das águas da transposição ainda suspensos, o nível do reservatório vem caindo, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 – Evolução do Volume Armazenado no Açude Epitácio Pessoa nos Últimos 12 Meses



Fonte: AESA, 2018 (adaptado).

Levando em conta fatores como a localização geográfica, usos descontrolados de água, grandes perdas no sistema de abastecimento, falta de monitoramento eficiente do reservatório, medidas de redução de consumo apenas em épocas de seca, retirada indevida da vazão do reservatório, entre muitos outros fatores, torna-se necessário o planejamento da demanda de

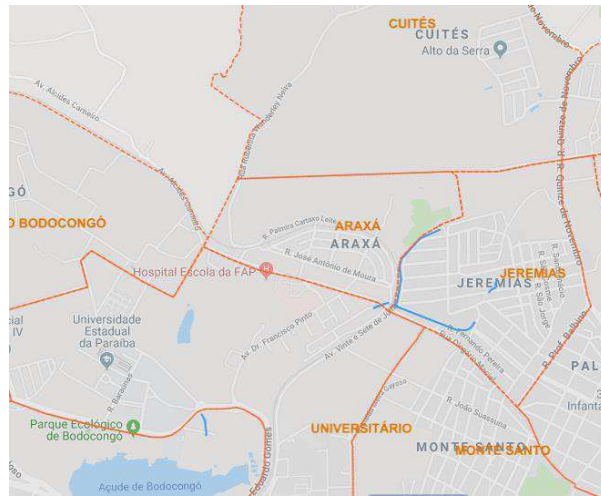
água, com a finalidade de evitar crises hídricas, bem como a adoção de medidas de gerenciamento eficazes – mesmo com a chegada das águas da transposição do Rio São Francisco –, para que o cenário catastrófico, enfrentado e ainda não totalmente superado, não volte a se repetir e que a segurança hídrica da cidade seja alcançada e mantida.

A maioria dos bairros da cidade é de renda baixa e média. Estudos realizados em anos anteriores (MINERVINO, 2017; LINS E RIBEIRO, 2007) utilizaram os bairros Universitário, Glória e Jeremias como casos de estudo, comparando o consumo residencial de bairros de classe baixa e média. Considerando que o bairro de maior renda (classe alta) é o do Mirante e que o bairro do Araxá apresenta população equivalente, embora de classe baixa, foram escolhidos esses dois bairros para permitir a comparação entre os respectivos consumos de água.

### **5.3 Bairro do Araxá**

O Bairro do Araxá, de acordo com a PMCG (2018), tem os limites: Norte, com o bairro dos Cuités; Sul, com o bairro Universitário; Leste, com o bairro do Jeremias; e Oeste, com a zona rural do distrito sede de Campina Grande. O bairro situa-se na zona norte da cidade, na bacia do riacho de Bodocongó, tendo área com topografia acidentada, principalmente em sua porção mais ao norte, com a presença de vários córregos e vazios urbanos. Suas principais vias de acesso são as ruas Ministro Alcides Carneiro e Olegário Maciel. Possui uma área territorial de 0,61 km<sup>2</sup>, é constituído por 465 domicílios (todos são casas), dos quais 427 – 91,83% – com abastecimento de água. Sua população residente é de 1.751 habitantes, com 866 habitantes (49,50%) do sexo masculino, e 885 habitantes (50,50%) do sexo feminino, com renda mensal média *per capita* de R\$ 249,19, sendo assim considerado de baixa renda (IBGE, 2010). É um bairro com condições de moradia e qualidade ambiental baixas, com áreas onde ocorrem ocupações irregulares (margens da ferrovia que corta o bairro). Sua localização pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Localização do bairro do Araxá



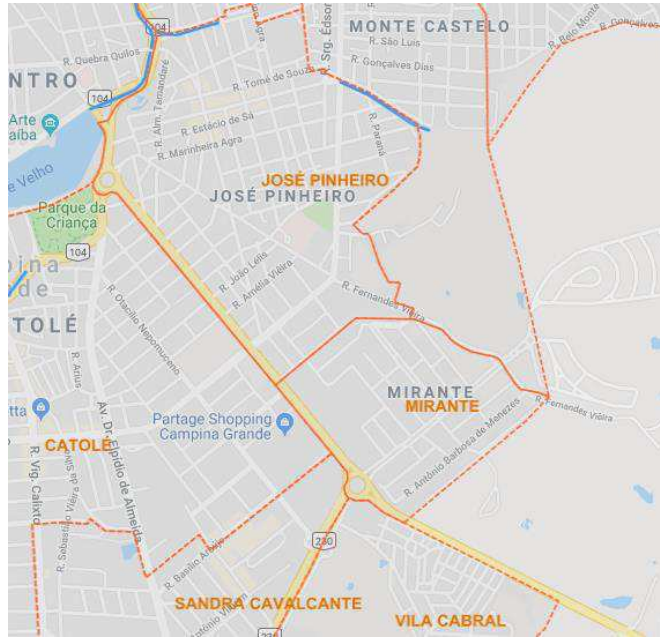
Fonte: PMCG, 2018.

#### 5.4 Bairro do Mirante

O Bairro do Mirante, de acordo com a PMCG (2018), tem os limites: Norte, com o bairro Monte Castelo; Sul, com os bairros do Catolé, Sandra Cavalcante e Vila Cabral; Leste, com a zona rural; e Oeste, com o bairro de José Pinheiro. Situa-se na zona leste da cidade, na bacia do Riacho das Piabas. Suas principais vias de acesso são a Av. Prefeito Severino Cabral e as ruas Engenheiro José Celino Filho e Fernandes Vieira. Possui uma área territorial de 0,52 km<sup>2</sup>, sendo constituído por 484 domicílios (258 casas e 226 apartamentos), apresentando 100% destes domicílios com abastecimento de água. Sua população residente é de 1.792 habitantes, com 844 habitantes (47,10%) do sexo masculino e 948 habitantes (52,90%) do sexo feminino, com uma taxa de alfabetização de 98,86%, renda mensal média *per capita* de R\$ 3.117,80 (IBGE, 2010). Foi selecionado por apresentar um padrão aquisitivo e cultural homogêneo, sendo considerado de classe alta. É dotado de infraestrutura básica - abastecimento de água e esgotamento sanitário, drenagem pluvial, pavimentação, energia elétrica, telefonia, coleta de lixo e transporte coletivo. Sua localização pode ser observada na Figura 9.



Figura 9 - Localização do bairro do Mirante



Fonte: PMCG, 2018.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 Comparação do consumo *per capita* de Campina Grande durante e após o racionamento de água

Esta etapa consiste na obtenção do consumo *per capita* da cidade de Campina Grande, a partir dos dados da macromedição (com perdas) fornecidos pela CAGEPA para o ano de 2017, que são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores dos consumos mensais (macromedição) de Campina Grande

Meses	Volumes (m <sup>3</sup> )
<b>Janeiro</b>	1774315
<b>Fevereiro</b>	1781082
<b>Março</b>	1780491
<b>Abril</b>	1959728
<b>Maió</b>	1949797
<b>Junho</b>	1855294
<b>Julho</b>	1854678
<b>Agosto</b>	2130139
<b>Setembro</b>	2368962
<b>Outubro</b>	2336144
<b>Novembro</b>	2351177
<b>Dezembro</b>	2333814

Fonte: CAGEPA, 2018.

O ano de 2017 apresentou meses em que o racionamento ainda estava em vigor (janeiro a julho) e meses em que o mesmo havia chegado ao fim (agosto a dezembro). Foram calculados os consumos *per capita*, para cada um desses cenários, e foi feita a comparação entre os consumos apresentados. Levando-se em consideração o índice de perdas na distribuição da cidade de Campina Grande para o mês maio de 2016, segundo Menezes e Souza (2016), foram estimados os valores de consumo da micromedição.

## 6.2 Análise do consumo *per capita* em função da faixa de renda da população

Foram analisados os dados do consumo dos dois bairros da cidade de Campina Grande – o bairro do Mirante e o bairro do Araxá – fornecidos pela CAGEPA para o período de janeiro a dezembro de 2017. Os dados citados são provenientes da aferição dos hidrômetros de cada edificação dos bairros e encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores dos consumos mensais dos bairros do Araxá e do Mirante

Meses/Bairros	Araxá	Mirante*
<b>Janeiro (m<sup>3</sup>)</b>	2527,0	1606,0
<b>Fevereiro (m<sup>3</sup>)</b>	2077,0	1474,0
<b>Março (m<sup>3</sup>)</b>	2151,0	1507,0
<b>Abril (m<sup>3</sup>)</b>	1897,0	1755,0
<b>Maió (m<sup>3</sup>)</b>	1960,0	1597,0
<b>Junho (m<sup>3</sup>)</b>	2015,0	1747,0
<b>Julho (m<sup>3</sup>)</b>	2010,0	2238,0
<b>Agosto (m<sup>3</sup>)</b>	1919,0	1142,0
<b>Setembro (m<sup>3</sup>)</b>	1861,0	1544,0
<b>Outubro (m<sup>3</sup>)</b>	1687,0	1739,0
<b>Novembro (m<sup>3</sup>)</b>	1541,0	2203,0
<b>Dezembro (m<sup>3</sup>)</b>	1547,0	1568,0

\* Os dados de consumo para o bairro, apesar de fornecidos pela CAGEPA, se apresentam bastante discrepantes em relação ao esperado.

Fonte: CAGEPA, 2018.

Os consumos *per capita* desses bairros foram calculados e foi realizada a comparação entre esses consumos, levando em consideração a realidade socioeconômica (faixa de renda da população) de cada um deles.

### **6.3 Estimativa da redução de consumo de água em função da adoção de medidas de gerenciamento de demanda**

#### **6.3.1 Bairro do Araxá**

Para o Bairro do Araxá, utilizou-se um estudo feito por Almeida (2007), onde o autor fez um detalhamento sobre a utilização de coeficientes de consumo e contribuição em projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário para populações urbanas de baixa renda (classe baixa) em locais providos de infraestrutura básica. No estudo, o autor procurou descrever, através da análise dos consumos de água e contribuição de esgotos (efetivamente medidos), o desempenho, desde sua implantação, de sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário estanques, com perdas mínimas, praticamente nulas, onde os dados vão refletir os consumos reais de água e consequente contribuição de esgotos da população atendida.

#### **6.3.2 Bairro do Mirante**

Albuquerque (2004) desenvolveu uma pesquisa abordando o estudo das alternativas de gerenciamento da demanda de água sob aspectos econômicos, sociais, ambientais e técnicos, mostrando, numa escala mais ampla, como devem ser tomadas as decisões para possíveis soluções por parte do poder público e da sociedade. A autora adotou como objeto de estudo um bairro da cidade de Campina Grande e utilizou o conceito de “bairro sustentável”, compreendido como aquele que apresenta uma maior participação da sociedade e autoridades locais para manter um desenvolvimento urbano baseado no uso racional dos recursos naturais, através da redução de custos e desperdícios aliada ao desenvolvimento de práticas sociais e de tecnologias urbanas sustentáveis. A meta a alcançar seria o gerenciamento da demanda de água através das alternativas tecnológicas: Aparelhos Poupadores, Reuso de Água, Medição Individual e Captação de Água de Chuva. O estudo citado foi utilizado como referência para a realização do estudo de gerenciamento da demanda para o bairro do Mirante.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir apresentam-se os resultados de cada etapa citada na metodologia do presente trabalho, assim como a sua discussão.

### 7.1 Comparação do consumo *per capita* de Campina Grande durante e após o racionamento de água

Para o cálculo do consumo *per capita* de água na cidade, com os dados da Tabela 1, utilizou-se a projeção da população de Campina Grande para o ano de 2017, que, segundo o IBGE (2015), é de 410.332 habitantes. O índice de perdas na distribuição pela CAGEPA utilizado foi de 22,7% (MENEZES e SOUZA, 2016). Os consumos *per capita* da macro e micromedição, calculados para a cidade, podem ser observados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Consumos *per capita* de Campina Grande para o ano de 2017

<b>Medição</b>	<b>Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)</b>
Macromedição	163,42
Micromedição	126,32

Fonte: CAGEPA, 2018 (adaptado).

O racionamento de água na cidade chegou ao fim no mês de agosto de 2017, sendo assim considerou-se o período de janeiro a julho para analisar o consumo durante o racionamento e de agosto a dezembro para analisar o consumo após o racionamento. Os consumos *per capita* da micromedição (obtidos com o índice de perdas) da cidade, para cada um desses cenários, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumos *per capita* para Campina Grande durante e após o racionamento

<b>Cenário</b>	<b>Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)</b>
Durante o racionamento	115,12
Após o fim do racionamento	141,85

Fonte: CAGEPA, 2018 (adaptado).

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, uma pessoa necessita de 110 l/hab.dia para realizar atividades como saciar a sede, cuidar apropriadamente da higiene e

preparar os alimentos. Sendo assim, o consumo da cidade durante o ano de 2017 esteve sempre acima do recomendado pela OMS, seja durante o racionamento ou após o fim do racionamento.

## 7.2 Análise do consumo *per capita* em função da faixa de renda da população

A população abastecida do bairro do Araxá é de 1.608 habitantes (91,83% do total de habitantes) enquanto a do bairro do Mirante é de 1.792 habitantes (100% do total de habitantes). Com esses valores e as informações da Tabela 2, foi possível gerar a Tabela 5 com os valores de consumo *per capita* desses bairros para o ano de 2017.

Tabela 5 - Valores dos consumos *per capita* dos bairros do Araxá e do Mirante para o ano de 2017

Bairros	Consumos (l/hab/dia)
Araxá	39,51
Mirante	30,76

Fonte: CAGEPA, 2018 (adaptado).

### 7.2.1 Consumo médio doméstico *per capita* do Bairro do Araxá

Pode-se observar, através da Tabela 5, que o consumo *per capita* do Bairro do Araxá foi de 39,51 l/hab.dia, valor que é bastante inferior ao valor de projeto de 150 l/hab.dia para bairros de classe média e baixa e ainda inferior ao consumo *per capita* da cidade, que é 126,32 l/hab.dia (sem perdas). Esse consumo *per capita* será considerado de uso doméstico uma vez que o bairro é basicamente residencial, não tendo outros consumos relevantes de água.

Tal discrepância no valor do consumo *per capita* de água no bairro do Araxá pode ser explicada pela baixíssima renda da população que reside em residências simples e de estado precário o que não permite a existência de alguns usos que apresentam um consumo mais elevado da água, como, por exemplo, rega de jardins, lavagem de carros, máquinas de lavar roupa e louça, banheiras, abastecimento de piscinas, entre outros. Vale também salientar que durante 7 dos 12 meses analisados a cidade ainda se encontrava em racionamento de água, o que também pode ter contribuído para o baixo valor de consumo *per capita*.

Foi possível notar também, ainda na Tabela 5, que o consumo do bairro após o racionamento foi 19,01% menor que o consumo durante o racionamento, contrastando com o verificado para o consumo geral da cidade de Campina Grande o que representa uma inconsistência nos valores apresentados.

### 7.2.2 Consumo médio doméstico *per capita* do Bairro do Mirante

Ainda na Tabela 5, pode-se também observar que o consumo *per capita* do bairro do Mirante foi de 30,76 l/hab.dia, valor muito inferior ao de projeto de 250 l/hab.dia para bairros de renda alta e ainda inferior ao consumo *per capita* da cidade que foi de 126,32 l/hab.dia (sem perdas). Esse consumo *per capita* do bairro será considerado de uso doméstico por ser predominantemente residencial e não apresentar outros consumos de água relevantes.

A partir desses dados pode-se observar que os valores de consumo referentes ao Bairro do Mirante são menores que os valores de consumo do bairro do Araxá, ao contrário do esperado, já que o bairro do Mirante possui uma renda *per capita* muito maior possibilitando, aos usuários do sistema de distribuição de água, a aquisição de aparelhos e a adoção de práticas que consomem uma grande quantidade de água, como banheiras, máquinas de lavar louça e roupa, lavagem de quintais e terraços, abastecimento de piscinas e rega de jardins, entre outras.

Devido aos fatores citados, os bairros com alto nível econômico, indicando renda média ou alta, apresentam consumos *per capita* mais elevados, fato já constatado em estudos anteriores como em Minervino (2017) e em Lins e Ribeiro (2007); as próprias concessionárias de água adotam valores de projeto diferentes (maiores) para classes altas. Sendo assim, os valores de consumo para o bairro do Mirante, bairro de classe alta e com uma das maiores rendas da cidade, se apresentam discrepantes e não representativos.

Pode-se notar ainda, através da Tabela 5, que o consumo do bairro após o racionamento foi 4,76% menor que o consumo durante, como já observado para o bairro Araxá.

Possíveis inferências que podem ser feitas quanto aos valores baixos dos dados são que, durante o período em que a cidade de Campina Grande esteve em racionamento de água, alguns dos proprietários das casas e edifícios do Bairro do Mirante tenham construído cisternas e/ou feito uso de abastecimento por carros pipa; a população de classe alta pode já utilizar de práticas de uso racional da água, a relação entre a população fixa e a flutuante varia de acordo com a realidade socioeconômica dos bairros; além disso, pode ter ocorrido alguma

inconsistência ou erro no sistema de geração de dados da CAGEPA que exportou os dados do consumo. No entanto, mesmo com a ocorrência de todas ou algumas das possibilidades citadas, a discrepância dos dados em estudo é considerável, não sendo representativa da realidade do bairro.

### **7.3 Estimativa da redução de consumo em função da adoção de medidas de gerenciamento da demanda**

Para a estimativa de redução de consumo de água, foram considerados os percentuais de Tomaz (2001) em relação ao consumo doméstico *per capita* das diferentes atividades diárias. Logo, a bacia sanitária representa 27,7% do consumo *per capita*, a lavagem de roupas 20,9%, os chuveiros 17,3%, torneiras 15,3%, e lavagem de pratos 1,3%. Não foram consideradas aqui outras atividades listadas pelo autor.

#### **7.3.1 Redução de consumo no bairro do Araxá**

Devido ao baixo poder aquisitivo da população do bairro do Araxá, levou-se em consideração a hipótese da utilização de programas do Poder Público Municipal, Estadual ou Federal, no sentido de incentivar a construção de cisternas e de um sistema de captação nas residências, no intuito de armazenar água da chuva. Foram consideradas cisternas de placas, com 16 m<sup>3</sup> de capacidade de armazenamento como as utilizadas no PIMC - Programa Um Milhão de Cisternas.

Considerando que a água da chuva captada fosse utilizada apenas para usos que não necessitam de água tratada, descarga em bacias sanitárias e lavagem de roupas, haveria uma economia de 48,6% no consumo dessa água tratada, o que equivale a uma redução de 19,20 l/hab.dia no consumo. De posse da média de 3,76 moradores por domicílio no bairro (PMCG, 2018), a economia de água tratada para os fins aqui considerados seria de 2,17 m<sup>3</sup>/domicílio.mês.

Considerando-se a hipótese mais desfavorável, de um ano seco em que as cisternas enchessem uma única vez não recebendo nenhuma outra recarga ao longo do ano, a água captada seria o suficiente para suprir o consumo familiar de água não tratada por 7 meses. Para um cenário em que todas as residências (com abastecimento) do bairro possuíssem



cisterna, economizando 16 m<sup>3</sup>/ano cada, haveria uma redução total de 6.832,00 m<sup>3</sup>/ano do consumo de água tratada, o que equivale a 29,46% do consumo total de 23.192,00 m<sup>3</sup>/ano para o bairro.

### 7.3.2 Redução de consumo no bairro do Mirante

Para o bairro do Mirante, foram utilizadas as mesmas alternativas para gerenciamento da demanda desenvolvidas no estudo de Albuquerque (2004), que obtiveram a maior preferência, por parte da população de um bairro de classe média da cidade uma vez que não há estudos que tenham obtido a preferência dos habitantes de um bairro de classe alta. Essas alternativas são: (a) aparelhos poupadores (do ponto de vista econômico) e o (b) reuso de água (do ponto de vista ambiental).

#### a) Aparelhos Poupadores

Os mecanismos poupadores visam a economia da água, com pouco gasto financeiro, medidas simples que não prejudicam o uso da água normalmente nos aparelhos hidráulicos da residência além de promoverem a economia de água independentemente da participação do usuário.

Os valores da economia proporcionada pelos aparelhos poupadores, de acordo com Martins e Júnior (2015), seguem na Tabela 6.

Tabela 6 - Redução de consumo proporcionada pelos aparelhos poupadores

<b>Equipamento convencional</b>	<b>Consumo do equipamento convencional</b>	<b>Equipamento poupador</b>	<b>Consumo do equipamento poupador</b>	<b>Economia</b>
Bacia com válvula hidráulica	12 l/descarga	Bacia VDR <sup>1</sup>	6 l/descarga	50%
Ducha, até 6 m.c.a <sup>2</sup>	0,19 l/s	Redutor de vazão de 8 l/min	0,13 l/s	32%
Torneira de pia, até 6 m.c.a	0,23 l/s	Arejador de vazão de 6 l/min	0,10 l/s	57%
Torneira de uso geral/tanque, pia de cozinha, até 6 m.c.a	0,26 l/s	Regulador de vazão	0,10 l/s	62%

VDR<sup>1</sup> - Válvula de Descarga Reduzida, m.c.a<sup>2</sup> - Metro de Coluna de Água

Fonte: Martins e Júnior (2015).

De acordo com os dados percentuais de gasto por aparelho (TOMAZ, 2001), os gastos individuais em bacias sanitárias, lavagem de pratos e de roupas, lavatórios e chuveiros representam 82,5% de todos os gastos listados pelo autor, sendo assim, totalizam 25,38 l/hab.dia nas residências (casas e apartamentos) do bairro do Mirante. A utilização dos aparelhos poupadores reduz esse consumo em 12,71 l/hab.dia (41,32% de redução do consumo total por habitante.dia). Desta forma, o consumo final seria de 18,05 l/hab.dia, e não mais os 30,76 l/hab.dia atuais.

Considerando que o consumo total do bairro atinge 20.120 m<sup>3</sup>/ano e que todas as casas do bairro adotem os equipamentos poupadores, a redução total no bairro ficaria em torno de 8.313 m<sup>3</sup>/ano.

#### b) Reuso de Água

O reuso da água é um processo pelo qual a água passa para que possa ser utilizada novamente. Neste processo pode haver ou não um tratamento da água, dependendo da finalidade para a qual vai ser reutilizada. Por se tratar de um bem natural que está cada vez mais raro e caro, reutilizar a água é de fundamental importância.

A água de reuso, de maneira geral, não é potável, podendo ser utilizada em descargas de bacias sanitárias, irrigação, uso industrial, etc., conforme o nível de tratamento.

No presente trabalho, foi considerado a utilização da água de reuso apenas para a descarga em bacias sanitárias, de modo que equivaleria a uma redução de 27,7% no consumo diário *per capita*. Assim, a água de reuso responderia por 8,52 l/hab.dia, reduzindo o consumo *per capita* de água tratada, nas casas do bairro, para 22,24 l/hab.dia.

Sendo assim, considerando a adoção do reuso de água em todas as residências, obter-se-ia uma redução no consumo de cerca de 5.572,8 m<sup>3</sup>/ano.

### 7.4 Discussão dos Resultados

Para os dois bairros estudados, os resultados encontrados para o consumo *per capita* demonstram que os valores de projeto adotados pela CAGEPA (150 l/hab.dia para bairros de baixa e média rendas e 250 l/hab.dia para bairros com renda alta, sem considerar as perdas) são bastante superiores à realidade de consumo praticada, atualmente, na cidade de Campina Grande. Pode-se levantar a hipótese de esses dados utilizados pela CAGEPA estarem

superdimensionados e muito gerais, uma análise para a adoção de valores de projeto que estejam mais de acordo com a realidade da cidade se torna uma possibilidade a ser considerada.

Quanto à cidade de Campina Grande, notou-se que o consumo *per capita* – de 126,32 l/hab.dia para o ano de 2017 completo; de 115,12 l/hab.dia para os meses do ano durante o racionamento; e de 141,85 l/hab.dia para os meses do ano após o racionamento – se apresentou sempre superior ao valor recomendado pela OMS. Com isso, nota-se que, mesmo passando por um período de crise hídrica, a população da cidade ainda apresenta consumos elevados em desacordo com o recomendado. Quando se compara o consumo *per capita* da cidade nos dois cenários, durante o racionamento e após o racionamento, percebe-se a elevação do consumo após o racionamento (de cerca de 23%), indicando que as pessoas passaram a consumir mais do que o que vinham consumindo até então; e esse aumento se deu imediatamente com a mudança de cenário, ou seja, a partir do mês de agosto.

Comparando o valor do consumo *per capita* de Campina Grande para o ano de 2017 obtido no presente trabalho com o consumo *per capita* do mês de dezembro de 2016, segundo Minervino (2017), verifica-se que o consumo (micromedição) passou de 86,15 l/hab.dia para 126,32 l/hab.dia, um aumento de cerca de 55% em um pequeno espaço de tempo. Esse fato merece investigação, uma vez que em um curto período de tempo o consumo apresentou um aumento considerável, mesmo a crise tendo se agravado ainda mais após dezembro de 2016.

Em relação à comparação entre os bairros, sendo um de classe baixa (Araxá) e outro de classe alta (Mirante), não foi possível observar a discrepância entre os valores de consumo em função da classe de renda uma vez que os dados do consumo do bairro do Mirante destoaram bastante do esperado e do cenário real. Com essa inconsistência dos dados, verificou-se que os habitantes de classe alta consomem aproximadamente 22% a menos de água que os habitantes de baixa renda, o que não reproduz a realidade.

Ambos os bairros apresentaram redução no consumo com o fim do racionamento, essa inconsistência pode ser proveniente do fato de que os dados da micromedição estarem sujeitos a mais erros, podendo ser influenciados por vários fatores como: leituras erradas dos hidrômetros, hidrômetros com problemas, erro humano (digitação) ao alimentar o sistema, problema no sistema de dados da CAGEPA, entre outros. Sendo assim, os dados da macromedição são mais precisos e mais representativos uma vez que são automatizados estando menos sujeitos a erros.

A estimativa de redução de consumo para o bairro do Araxá, considerando a construção de cisternas em todas as unidades habitacionais e a hipótese da situação em que cada cisterna só seria cheia uma vez por ano, seria de aproximadamente 29% do consumo total anual do bairro, equivalendo a 6.832,00 m<sup>3</sup>/ano.

Por outro lado, a estimativa para o bairro do Mirante foi feita considerando-se: (a) a troca de todas as bacias sanitárias, torneiras e chuveiros por equipamentos poupadores: resultando em uma redução de aproximadamente 41% do consumo *per capita*, equivalente à economia de 8.313 m<sup>3</sup>/ano para o bairro; (b) na adoção do reuso das águas oriundas de lavatórios e chuveiros (que totalizam 32,6% do consumo diário *per capita*), exclusivamente para uso em descargas de bacias sanitárias (27,7% do consumo diário *per capita*): resultando na redução de 8,52 l/hab.dia e, em nível de bairro, na economia de 5.572,8 m<sup>3</sup>/ano.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou apresentar e comprovar a importância de adoção de medidas de gestão de demanda urbana de água, com o intuito de otimizar o consumo e reduzir, com isso, a necessidade de captação de água no reservatório Epitácio Pessoa, oferecendo-lhe maior sustentabilidade. Buscou-se também a análise de medidas de gerenciamento da demanda de água, de acordo com a renda dos usuários, para com isso identificar aquelas que podem ser aplicadas de maneira geral e aquelas de aplicação específica para determinadas classes de renda.

A análise dos padrões de consumo de água da população com base em estudos efetuados para a cidade de Campina Grande e dois de seus bairros, sendo um de classe baixa (bairro do Araxá) e outro de classe alta (bairro do Mirante), constatou que:

- Quando se compara o consumo *per capita* da cidade de Campina Grande dentro de dois cenários distintos, durante e após o racionamento, percebe-se que imediatamente após o fim do racionamento o consumo apresentou um aumento;
- Existem diferenças entre os padrões de consumo da população em função das faixas de renda, porém não foi possível constatar o aumento do consumo de água em um bairro classe baixa para um bairro de classe alta devido à inconsistência dos dados da classe alta, sendo obtido um consumo classe alta 22% menor que o consumo da classe baixa;
- A adoção de medidas estruturais de gerenciamento da demanda urbana de água pode promover uma redução de 29%, no consumo, para a população de baixa renda (captação de água de chuva, com a construção de cisternas em cada unidade habitacional); de 41% (equipamentos poupadores em todas as residências) e de 27,7% (reuso de água) para a população de classe alta.

A partir dessas constatações, pode-se concluir que, dentre as medidas mais eficazes, no que se refere a menor retirada de água do reservatório Epitácio Pessoa, destaca-se a necessidade de conscientização da população quanto a necessidade da adoção de medidas que reduzam o consumo de água, aliada ao controle das perdas físicas na rede de distribuição de água, a fim de evitar desperdícios e a necessidade de racionamentos de água.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (2018). **Volume de Açudes**. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id\\_acude=531](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=531)>. Acesso em: 31 jul. 2018.

ALBUQUERQUE, T. M. A. (2004). **Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

ALMEIDA, S. A. B. (2007). **Contribuição à Aplicação de Coeficientes de Consumo em Projetos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário em Comunidades Urbanas de Baixa Renda do Nordeste do Brasil – Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, p. 71.

BATISTA, R. L. (2013). **Planejamento da utilização da água de um sistema hídrico: um estudo de caso no reservatório São Gonçalo – Sousa/PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em 24 abr. 2018.

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. (2018). **Relatório Resumo de Ligações, Economias e Micromedição**. Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento - GSAN. 27 jun. 2018.

CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA. (2018). **Relatório de Macromedição**. Subgerencia de Controle Operacional da Borborema - SPBO. 27 jun. 2018.

GEO Brasil. (2007). **Recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 264p. il. (GEO Brasil Série Temática: GEO Brasil Recursos Hídricos).

GRANDE, M. H. D.; GALVÃO, C. O.; MIRANDA, L. I. B.; SOBRINHO, L. D. G. **A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares.** Ambiente e Sociedade. São Paulo v. XIX, n.1. Jan-mar. 2016.

G1 PARAÍBA (2014). **Começa racionamento em cidades abastecidas por Boqueirão, na Paraíba.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/12/comeca-rationamento-em-cidades-abastecidas-por-boqueirao-na-paraiba.html>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

G1 PARAÍBA (2016). **Racionamento de água completa dois anos em Campina Grande nesta terça.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/12/rationamento-de-agua-completa-dois-anos-em-campina-grande-nesta-terca.html>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

G1 PARAÍBA (2017). **Águas do Rio São Francisco chegam ao açude de Boqueirão, após 41 dias na PB.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/aguas-do-rio-sao-francisco-chegam-ao-acude-de-boqueirao-apos-41-dias-na-pb.ghtml>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

G1 PARAÍBA (2017). **Com fim de racionamento, Campina Grande e mais 18 cidades voltam a ser abastecidas por Boqueirão.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/com-fim-de-rationamento-campina-grande-e-mais-18-cidades-voltam-a-ser-abastecidas-por-boqueirao.ghtml>>. Acesso em: 31 abr. 2018.

G1 PARAÍBA (2018). **Abertas comportas do açude de Boqueirão para Acauã, na PB.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/aberta-comporta-do-acude-de-boqueirao-para-acaua-na-pb.ghtml>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). **Censo Demográfico 2000.** Disponível em: <http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2015). **Dados gerais do município de Campina Grande.** Disponível em: <http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2015). **Estimativa de população 2017**. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTONIO, M. A. P. M.; JANZEN, J. G.; MARCHETTO, M. (2011). **Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 291 – 298.
- LINS, G. M. L; RIBEIRO, M. M. R. (2007). **Gestão de demanda da água em centros urbanos do semiárido nordestino**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo - SP.
- MENEZES, R. A.; SOUZA, J. A. (2016). **Os Reflexos da Atual Crise Hídrica na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA: ações para redução de perdas do Sistema de Abastecimento de Campina Grande**. XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Aracaju – SE.
- MINERVINO, H. D. L. (2017). **Medidas de Gerenciamento da Demanda de Água na Cidade de Campina Grande – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2017.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-árido Nordeste e do Polígono das Secas**. Brasília, DF, 2005. p.10.
- PMCG - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE (2018). **Perfil do município de Campina Grande**. Disponível em < <http://www.pmcg.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- PMCG - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. (2018). **SIG CG - Sistema de Informação Geográfica de Campina Grande**. Informações Socioeconômicas (IBGE - 2010). Disponível em < <http://www.pmcg.pb.gov.br>>. Acesso em: 05 jul. 2018.
- PNCDA – PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA SECRETARIA DE POLÍTICA URBANA. **Caracterização da demanda urbana de água**. DTA – Documento Técnico de Apoio nº 3. Disponível em <<http://www.pncda.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2018.



RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; NUNES, T. H. C. (2014). **Novas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do açude Epitácio Pessoa - A seca 2012-2014**. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal – RN. 2014.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; SOUZA, J. A. C. (2013). **Atribuições e responsabilidades na gestão dos recursos hídricos – o caso do açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri paraibano**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves – RS. 2013.

RÊGO, J.C.; GALVÃO, C.O.; ALBUQUERQUE, J.P.T. (2012). **Considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do açude Epitácio Pessoa – Boqueirão na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba em cenário de vindouros anos secos**. In: XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. João Pessoa. 2012.

TOMAZ, P. (2001). **Economia de Água para Empresas e Residências: Um Estudo Atualizado sobre O Uso Racional da Água**. Navegar Editora, São Paulo – SP, p.112.

VIEIRA, A. S.; SANTOS, V. S; CURI, W. F. (2010) **Escolha das regras de operação racional para subsistema de reservatórios no semiárido nordestino**. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 7, n. 1, p. 037-050, jan./mar. 2010.