



ESTIMATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE/PB CONSIDERANDO O USO E A OCUPAÇÃO DO SOLO: O CASO DO BAIRRO DO CATOLÉ

Ester Luiz de Araújo Grangeiro^{1}; Iana Alexandra Alves Rufino²; Mauro Normando Macedo Barros Filho³*

Resumo – O cenário de escassez vivido atualmente pela população de Campina Grande-PB, cidade cujo abastecimento de água é proveniente de um único reservatório superficial, o Epitácio Pessoa, tem despertado uma preocupação constante com o consumo de água nos centros urbanos. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma estimativa da demanda de água utilizando dados de uso e ocupação do solo de um dos bairros da cidade e validando esta estimativa através de dados reais medidos pela concessionária de água e esgotos, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Palavras-Chave – demanda de água, recursos hídricos, uso e ocupação do solo.

A SPATIAL APPROACH FOR THE WATER DEMAND IN CAMPINA GRANDE-PB: URBAN LAND USE OF CATOLÉ DISTRICT

Abstract – The city of Campina Grande-PB is a current scenario of water scarcity. Water supply comes from a unique reservoir called Epitácio Pessoa and it is in a critical level because the current drought period. That critical situation has been a research theme for water management studies. This work shows a spatial approach using urban land use data in a specific district and estimating a water demand based on it. A final comparison analysis between those estimates and the measure data from Water Supply Company (CAGEPA) is realized and presented.

Keywords – water demand, water resources, urban land use

INTRODUÇÃO

Desde o cenário de seca vivido em 1998, os recursos hídricos disponibilizados para a cidade de Campina Grande, oriundos do Reservatório Epitácio Pessoa, têm sido alvo de atenção e discussão por estudiosos, órgãos públicos, imprensa e população em geral. Essa temática volta a ganhar expressão a partir do ano de 2012, e permanece em 2013, 2014 e 2015, devido ao retorno do ciclo de anos pouco chuvosos e o rápido declínio do nível d'água no reservatório Epitácio Pessoa.

Com o retorno do cenário de seca e a implantação do racionamento na cidade de Campina Grande, a temática da segurança hídrica do reservatório Epitácio Pessoa volta a preocupar todos os usuários e consumidores de água, especialmente os atingidos diretamente pela medida extrema que é o racionamento de água (adotada desde de dezembro de 2014 devido ao baixo nível do

¹ Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. esterluiz.eng@gmail.com

² Professora da Universidade Federal de Campina Grande. Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. iana.alexandra@ufcg.edu.br

³ Professor da Universidade Federal de Campina Grande. Unidade Acadêmica de Engenharia Civil. mbarrosfilho@gmail.com



reservatório Epitácio Pessoa): a população da cidade de Campina Grande e os setores da economia primária, secundária e terciária do município.

Neste sentido, um dos fatores estudados por diversos pesquisadores (Oliveira e Koide, 2011; Guedes, 2009; Albuquerque, 2004; Lins, 2011) é o consumo de água nos centros urbanos que apresentou um aumento expressivo nas últimas décadas, devido principalmente a urbanização, com o deslocamento da população da zona rural para as grandes e médias cidades, e a tendência de adensamento, fenômeno urbano expresso em muitas áreas pela verticalização.

A demanda urbana de água vem crescendo rapidamente, na medida do aumento populacional e da alta taxa de urbanização verificada em todo o mundo; por outro lado, a limitação dos recursos hídricos disponíveis faz aumentar a competição entre usos da água e reduz o acesso à água de boa qualidade, tornando o abastecimento urbano um grande desafio para a gestão de recursos hídricos (Sharma; Vairavamorthy, 2009).

Menezes (2011) ressalta que a urbanização em elevados índices - traduzida no crescimento das cidades, com a construção civil atingindo altos níveis, principalmente na edificação vertical e de conjuntos habitacionais populares - vem exigindo respostas urgentes dos sistemas de abastecimento, numa época em que a escassez de água potável já é uma realidade, de tal modo que, em determinados locais, a realização do atendimento torna-se difícil.

Diante destes desafios, este trabalho tem por objetivo apresentar uma estimativa da demanda de água utilizando dados de uso e ocupação do solo em um dos bairros da cidade de Campina Grande, que apresenta um elevado adensamento populacional refletido no aumento do consumo de água, assim como validar estes valores estimados de demanda de água através de dados reais medidos pela concessionária de água, a CAGEPA.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Campina Grande está localizada no agreste do estado da Paraíba, a $7^{\circ}13'32''$ de latitude Sul e a $35^{\circ}52'38''$ de longitude Oeste (Figura 1). O município apresenta uma área territorial de 594,182 km², sendo aproximadamente 96 km² a área da zona urbana, e uma população de 402.912 habitantes (IBGE,2014), do qual 95,33% compreende a população urbana e 4,67% a população rural (IBGE, 2010).

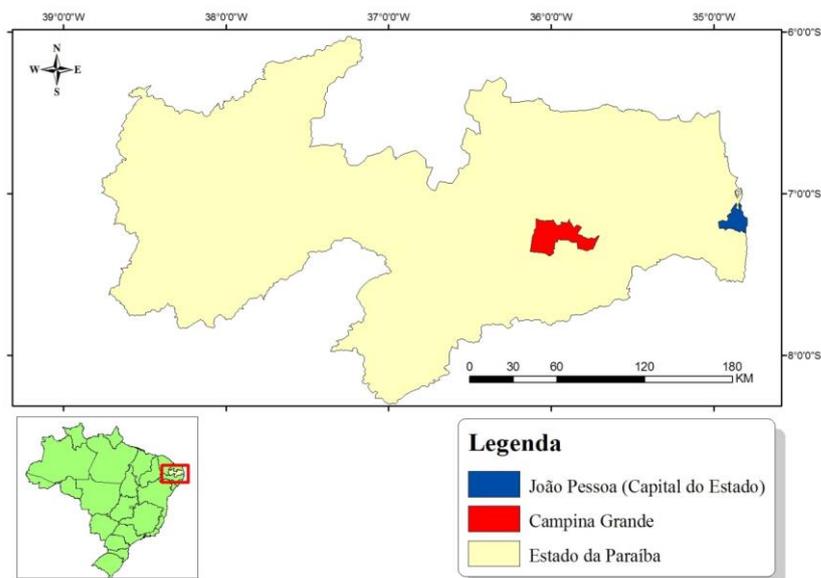


Figura 1 – Localização do município de Campina Grande – PB.

O bairro do Catolé está localizado na região Sul da cidade (Figura 2) e conta com uma área de aproximadamente 2,916 km² e uma população de 19.554 habitantes que representa 5,1% da população do município (IBGE, 2010). Apresenta um relevo plano com cotas altimétricas variando entre 500 e 520 m acima do nível do mar.

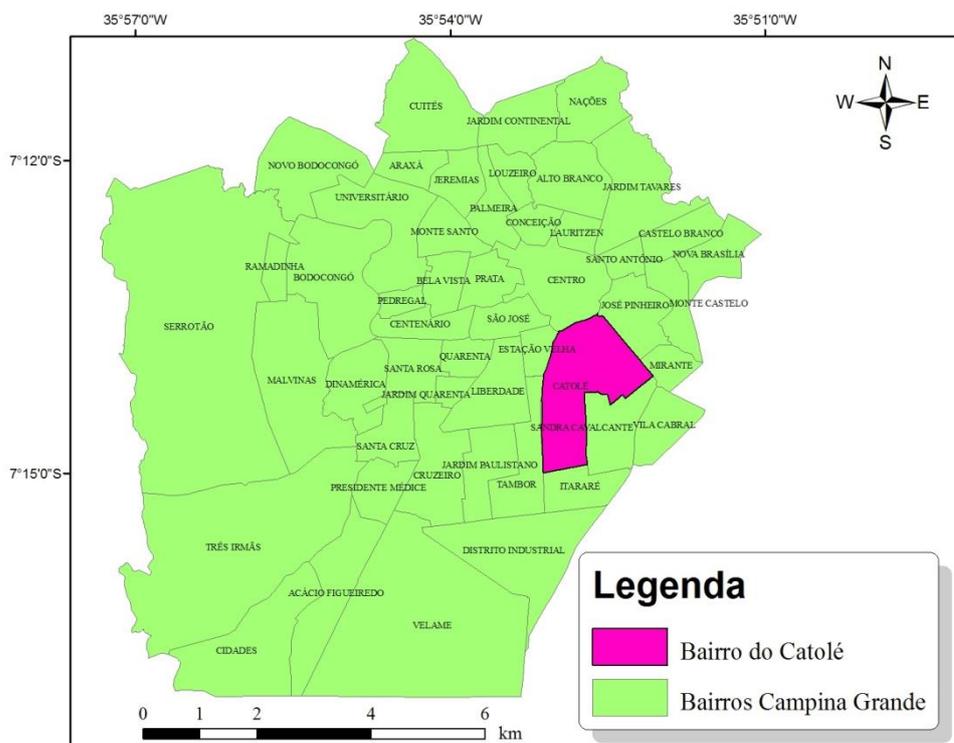


Figura 2 – Localização do bairro do Catolé na área urbana de Campina Grande – PB.

O Catolé é um bairro composto por lotes com diferentes usos do solo. Alguns lotes apresentam usos tipicamente residenciais, como edifícios de grande e médio porte da cidade. Outros lotes são ocupados com comerciais, dentre eles os principais *shoppings* da cidade. E outros lotes apresentam usos de serviço como, por exemplo, uma das maiores escolas da cidade, unidades policiais de grande porte, parques públicos, dentre outros. Camboim e Bonates (2010) afirmam que o bairro do Catolé é um dos focos de verticalização mais importantes da Zona Sul da cidade.

Na Figura 3 pode-se observar a rede de distribuição principal do bairro do Catolé, com destaque para área que representa o setor 5 do Sistema de Distribuição de Água de Campina Grande. Este setor será usado na validação da estimativa da demanda de água do bairro do Catolé.

Estimativa e espacialização da demanda de água

A estimativa da demanda de água foi realizada para cada lote, utilizando-se para tanto, dados de uso e ocupação do solo, consultas a especialistas, aos institutos de pesquisa e de revisão da literatura. A Figura 4 apresenta de forma esquemática a metodologia de estimativa da demanda utilizada.

A unidade espacial de estudo estabelecida é o lote, ou seja, a estimativa da demanda de água obtida a partir do método de cálculo adotado é referente a demanda de água de cada lote. A maior parte dos dados de consumo de água utilizados para esta estimativa foi extraída das tabelas de consumo de água de Tsutyia (2006) e da SABESP (2005).

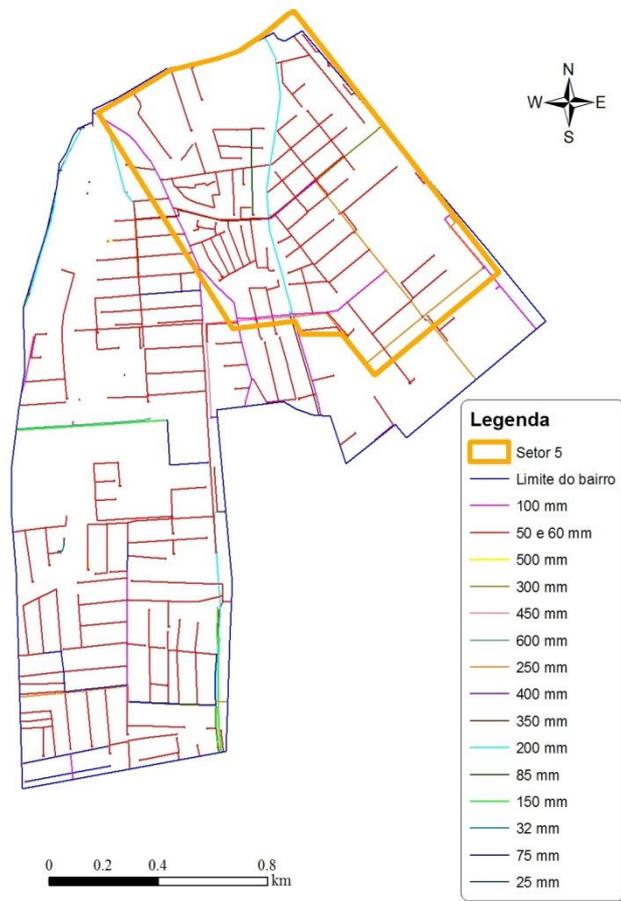


Figura 3 - Rede de distribuição de água (simplificada) do bairro do Catolé: predominância dos diâmetros de 50 e 60 mm. Destaque para o setor 5.
Fonte: CAGEPA (2011).

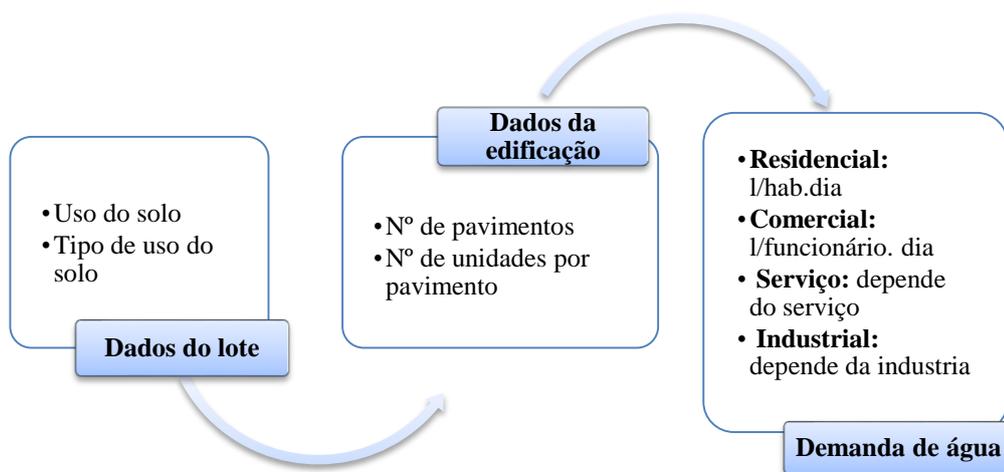


Figura 4 - 1 Esquema dos dados utilizados no cálculo da estimativa da demanda de água para o bairro do Catolé.



A estimativa da demanda de água para os lotes com uso do solo residencial foi feita de acordo com metodologia indicada por especialistas da CAGEPA e Creder (2011). Nesta estimativa foram utilizadas duas equações, a primeira (Equação 1) para uso residencial do tipo “apartamento” e a segunda (Equação 2) para uso residencial do tipo “casa”:

$$\begin{aligned} \text{Consumo por lote} = \\ N^{\circ} \text{ de pavimentos} \times N^{\circ} \text{ de unidades por pavimento} \times \\ \text{Densidade populacional do domicílio} \times \text{consumo per capita} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Consumo por lote} = \\ \text{Densidade populacional do domicílio} \times \text{consumo médio per capita} \end{aligned} \quad (2)$$

A estimativa da demanda de água para o uso residencial, tanto para tipo casa como para o tipo apartamento, foi realizada utilizando os dados de população por domicílio, neste trabalho denominada de *densidade populacional por domicílio*, fornecida pelo IBGE (2010) para o bairro do Catolé. Como também foi utilizado o consumo *per capita* para a cidade de Campina Grande – PB fornecido por especialistas da CAGEPA.

Os lotes com uso do solo comercial são os mais heterogêneos do trabalho, vão desde lojas de roupas até padarias. A maior parte das equações utilizadas para este uso do solo foram obtidas através da revisão da literatura (Tsutyia, 2006). A seguir serão apresentadas as equações utilizadas para cada tipo de uso comercial:

Para estabelecimentos comerciais do tipo lojas, mercados, distribuidoras de bebidas, farmácias, entre outros:

$$\text{Demanda por lote} = n^{\circ} \text{ de funcionários} \times \text{consumo médio per capita} \quad (3)$$

Assim como os lotes de uso “comercial”, os lotes de uso “serviço” também são muito heterogêneos. Este uso do solo compreende hospitais, clínicas, igrejas, museus, oficinas, escolas, universidades, clubes, escritórios, entre outros. Neste caso, cada tipo de uso do solo utiliza uma equação diferente para o cálculo da demanda de água. A seguir é apresentada a equação que foi utilizada no uso do solo denominado serviço, tipo hospital e clínicas:

Hospital e clínicas (Tsutyia, 2006):

$$\text{Demanda por lote} = \text{consumo por leito} \times \text{número de leitos}, \left(\frac{l}{\text{dia}}\right) \quad (4)$$

Os lotes com uso do solo industrial são menos frequentes no bairro Catolé. O bairro tem um número pequeno de indústrias. No entanto, para cada tipo de indústria faz-se necessário uma equação específica para o cálculo da sua demanda de água. A seguir, é mostrada a estimativa para um tipo de indústria presentes no Catolé assim como as respectivas equações utilizadas no cálculo da demanda de água.

Produção de velas decorativas, calçados, sabão – consumo de água para fins sanitário (Tsutyia, 2006):

$$\text{Demanda por lote} = \text{consumo por operário} \times \text{número de operários}, \left(\frac{l}{\text{dia}}\right) \quad (5)$$



Validação

A validação dos dados de demanda de água foi realizada para o setor 5 do sistema³, pois é o único setor totalmente inserido na área de estudo. Essa opção foi feita devido à incompatibilidade entre o limite político-administrativo do bairro do Catolé, definido pela Prefeitura Municipal de Campina Grande, e o limite dos setores de gerenciamento da rede da CAGEPA que compõem a área do Catolé.

De posse de todos os dados necessários para a validação, foram realizados os devidos cálculos do consumo de água medidos do setor:

- a) Consumo de água por economia (valor medido):

$$\text{Consumo por economia (mês)} = \frac{\text{Volume distribuído}}{\text{Número de economias}}, \left(\frac{\text{m}^3}{\text{mês}} \right) \quad (6)$$

Como os dados estimados para demanda de água estão em l/habitante.dia é necessário realizar uma transformação de unidades antes de realizar a validação, então:

$$\text{Consumo por economia (dia)} = \frac{\text{Volume consumido} \times 1000}{30}, \left(\frac{\text{l}}{\text{dia}} \right) \quad (7)$$

- b) Consumo de água do setor em estudo:

$$\text{Consumo de água} = \text{Consumo por economia (dia)} \times \text{Número de economias do setor} \quad (8)$$

A segunda fase da validação é o cálculo da demanda de água estimado para a área pertencente ao setor 5. Nesta etapa, foram somadas as demandas de todos os lotes inseridos no setor de forma a obter um valor de demanda de água diária para a área em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 apresenta a espacialização da demanda de água no bairro do Catolé após os cálculos de estimativa. A partir delas pode-se verificar que as áreas residenciais que apresentam maior consumo de água são aquelas onde estão localizadas as unidades verticais.

De acordo com a estimativa da demanda de água, o Parque da Criança (polígono em azul escuro no mapa da figura 5, logo abaixo do Açude Velho) é outro grande consumidor de água, possivelmente devido a sua grande área de jardins. No entanto, vale destacar que o mesmo não é abastecido pelo sistema de distribuição de água da cidade.

³ O setor 5 pode ser observado na Figura 3.



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

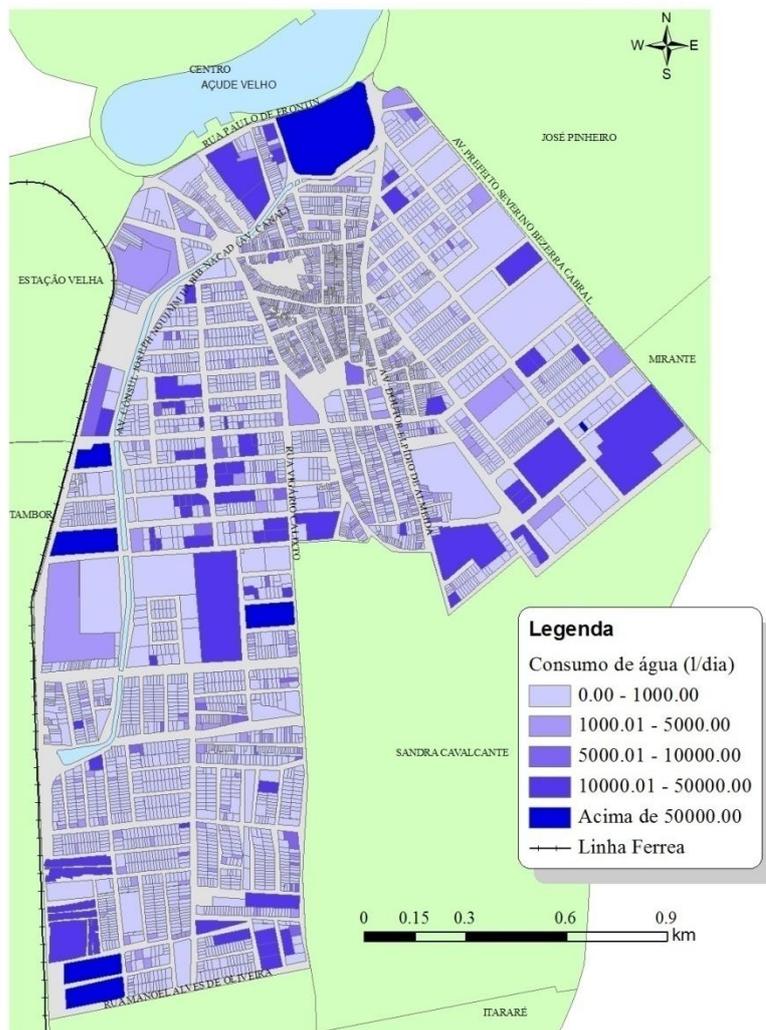


Figura 5 - Espacialização da estimativa da demanda de água para o bairro do Catolé.

A Tabela 1 apresenta o resultado da validação dos dados estimados para a demanda de água na área de estudo.

Tabela 11 - Consumo de água por economia **medido pela CAGEPA** e demanda de água **estimada pela metodologia proposta**.

Consumo de água por economia medido (l/dia)	Demanda de água por economia estimada (l/dia)	Diferença (%)
794,11	599,93	21,49

De acordo com os valores apresentados na Tabela 1, ocorreu uma diferença de **21,49%** entre os valores de consumo de água medido e estimado. Esta diferença pode ser explicada pelo fato da concessionária computar como volume medido a parcela de água perdida na distribuição, seja por vazamentos ou por outro fator qualquer.

Cabe ressaltar que para os dados de consumo de água utilizados na estimativa da demanda de água em residências foram utilizados valores fornecidos por especialistas da CAGEPA, ou seja, para este tipo de uso, considerou-se o volume de perdas embutido nos cálculos. Porém, para todos os outros tipos de uso do solo foi considerado apenas o consumo de água sugerido por especialistas.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de cenário de escassez de água, a estimativa da demanda de água em centros urbanos torna-se uma ferramenta importante tanto para o planejamento e gestão das companhias de abastecimento quanto para o planejamento e gestão das cidades. A espacialização da demanda de água do bairro do Catolé pode ser uma alternativa de gestão e planejamento, especialmente em momentos de crise para definição de prioridades de abastecimento. Neste sentido, a localização das áreas onde a elevação do consumo de água é mais crítico torna-se uma excelente ferramenta para tomada de decisão.

A validação da estimativa da demanda de água no cenário atual apresentou resultados satisfatórios, com uma diferença entre o valor de cálculo, de acordo com a metodologia aplicada, e o valor medido pela CAGEPA da ordem de 21,49%, tendo em vista que essa diferença, possivelmente, deve-se ao fato da companhia de água computar como volume consumido todas as perdas do sistema.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. M. A. (2004). Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda de água na escala de bairro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 180p.

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. (2011) Relatório de Informações Cadastrais.

CAMBOIM, I. L. M.; BONATES, M. F. (2010). As dinâmicas do processo de verticalização: a reinvenção da paisagem urbana de Campina Grande – PB. VII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande.

CREDER, H. (2011). Instalações Hidráulicas e sanitárias. Rio de Janeiro-RJ.

GUEDES, M. J. F. (2009). Gerenciamento da demanda de água: proposta de alternativas na escala de uma cidade. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 157p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2010; 2014). www.ibge.gov.br.

LINS, G. M de L. (2011). Análise de variáveis determinantes no consumo urbano de água de uso doméstico na cidade de Campina Grande – PB. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 92p.

MENESES, R. A. (2011). Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 144p.

OLIVEIRA, E. F. C. C de, KOIDE, S. (2011). Uma análise do consumo de água em prédios residenciais – hidrômetros individuais, tipologia da construção e condição econômica do usuário. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió – AL.

SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. (2009). Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries. *Water and Environmental Journal*, n. 23. p. 210-218.

TSUTUYIA, M. T. (2006). Abastecimento de água. São Paulo –SP.