

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ESPACIALIZAÇÃO DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DA PARAÍBA

GEOPROCESSING APPLIED TO THE SPATIALIZATION OF WATER SUPPLY SERVICE IN COUNTIES OF PARAÍBA

Gedeão Costa Floriano dos Santos¹
Maria Adriana Mágero de Freitas Ribeiro²

RESUMO

O abastecimento de água é um serviço básico de saneamento de essencial importância para a saúde e o bem-estar da população, e o Brasil sofre com déficit de cobertura neste serviço. Desta forma, o objetivo deste artigo é fornecer uma análise sobre o atendimento do serviço de abastecimento de água nos municípios de João Pessoa e Campina Grande, os mais populosos do estado da Paraíba. A metodologia adotada corresponde a um estudo de dados obtidos do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por meio da ferramenta ESTATCART e a espacialização em estudo foi obtida através do *software* QGIS 2.18.6. Os resultados alcançados mostram que as coberturas de abastecimento de água pela rede geral dos municípios são satisfatórias, acima da média nacional. A espacialização de serviço de abastecimento de água se apresentou um mecanismo importante para a implantação de políticas públicas e auxiliar os gestores nas tomadas de decisão nesta e em outras questões.

Palavras-chave: Saneamento. Abastecimento de água. Sistema de Informação Geográfica (SIG).

ABSTRACT

Water supply is a basic sanitation service of essential importance to the population's health and well-being, and Brazil suffers from a deficit of coverage in the service. In this way, the objective of this article is to provide an analysis on the water supply

¹ Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: gedeacosta@gmail.com

² Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: drickadefreitas@yahoo.com.br

service in João Pessoa and Campina Grande, the most populous in Paraíba. The methodology adopted corresponds to a study of data obtained with the 2010 Census of the Brazilian Institute of Geography and Statistics through the Statistical Tool and a spatialization of the same results obtained through the software QGIS 2.18.6. The results show that the coverage of water supply by the general network of counties is satisfactory, above the national average. A spatialization of water supply service is presented for an important mechanism for the implementation of public policies and for managers of results in other issues.

Keywords: Sanitation. Water supply. Geographic Information System (GIS).

INTRODUÇÃO

A importância do saneamento e o seu mérito para a promoção do bem-estar humano remete-se às culturas mais antigas. O progresso do saneamento sempre esteve ligado à evolução das civilizações, por vezes retrocedendo, e em outras progredindo com o aparecimento de determinados povos. A ausência de continuidade na evolução destes serviços está ligada, em grande parte, aos raros meios de comunicação do passado (TRATA BRASIL, 2012).

Saneamento básico pode ser definido como o conjunto de ações e serviços que têm como foco alcançar níveis aceitáveis de salubridade ambiental, em patamares que potencializem a promoção e a melhoria das condições vitais em meios urbano e rural. Os quatro conjuntos de serviços públicos que o compõem são: o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais. Apesar de serem os pilares do saneamento, não se pode limitar a busca pela segurança sanitária e o bem-estar ambiental de uma população a apenas estas atividades (KOBAYAMA *et al*, 2008).

Segundo o artigo 225 da Constituição Federal, todos devem ter direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum a todos e primordial para que se possua uma qualidade de vida saudável, cabendo ao Poder Público e também a coletividade o dever de defender e preservar o mesmo para as presentes e futuras gerações.

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, artigo 3º, inciso I, alínea “a”: “abastecimento de água: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição”.

Para Tsutiya (2006), a estimativa de consumo de água de uma determinada região é um dos motivos fundamentais para um planejamento e gerenciamento bem-sucedido de um sistema de abastecimento de água. A gerência de sistemas e suas extensões e/ou beneficiamentos estão atrelados à necessidade de água da população

local. O dimensionamento das tubulações, estruturas e equipamentos são obtidos e executados por incumbência das vazões de água disponíveis, dependendo estas do consumo médio por habitantes, além de intercorrências de demandas e de demais consumos que podem ocorrer na área em questão.

Todavia, seja um sistema antigo, ainda existem muitos desafios a serem cumpridos no que tange ao abastecimento de água: atendimento de 100% da população, pois boa parcela da população mundial não é atendida por redes de abastecimento; melhoria da qualidade da água ofertada, posto que muitas vezes os gabaritos de potabilidade não são atingidos, e ainda, reduzir as perdas de água, primordialmente nas redes de disseminação, onde, em certos casos, se perdem até 60% da água tratada em nível de potabilidade (KOBİYAMA *et al*, 2008).

Realizar diagnósticos acerca da situação de serviços de saneamento básico é um artifício de grande valia, pois contribui para a definição dos objetivos e metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), cuja elaboração é prevista na Lei nº 11.445/2007 (Diretrizes nacionais para o saneamento básico) (ARAÚJO *et al*, 2016).

O geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações especializadas, voltado para um determinado fim, baseado em técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações. As ferramentas computacionais chamadas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), possibilitam a formulação de análises complexas, pois integram dados de diversas fontes e formam banco de dados georreferenciados.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a cobertura de abastecimento de água dos municípios de João Pessoa e Campina Grande, por meio de dados dos setores censitários obtidos através do Censo Demográfico do IBGE (2010). Os objetivos específicos são: a busca de dados referentes ao abastecimento de água dos dois municípios, apresentar índices quantitativos e qualitativos de atendimento do serviço, processar dados em *software* de SIG (QGIS 2.18.6), elaborar mapas demonstrativos das coberturas e analisar os mapas de acordo com as variáveis disponíveis.

OBJETIVOS

GERAL

Analisar a cobertura de abastecimento de água dos municípios de João Pessoa e Campina Grande, por meio de dados dos setores censitários obtidos através do Censo Demográfico do IBGE (2010).

Específicos

- Buscar dados referentes a abastecimento de água nos municípios em questão;
- Apresentar índices quantitativos e qualitativos de atendimento;
- Processar dados em *software* de SIG (QGIS 2.18.6);
- Elaborar mapas demonstrativos das coberturas;
- Analisar os mapa de acordo com as variáveis disponíveis.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Saneamento básico

O controle de vetores de doenças transmissíveis (insetos, roedores, moluscos), o saneamento dos alimentos, dos meios de transporte, das habitações, dos locais de trabalho, de educação, de recreação e dos hospitais, juntamente com o planejamento territorial integra o conjunto de ações socioeconômicas que tem como foco alcançar a preservação da saúde do ambiente. Denomina-se saneamento básico o que se restringe ao abastecimento de água de uma localidade, com a qualidade necessária para a proteção de suas saúdes e em quantidade suficiente para que se garanta as suas condições básicas de conforto; a coleta, tratamento e disposição ambiental apropriada e sanitariamente segura de águas residuais (esgotos sanitários, resíduos líquidos industriais e agrícolas); o acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos (incluindo os rejeitos oriundo das atividades domésticas, comerciais e de serviços, industrial e pública); bem como a coleta de águas pluviais, controle de empoçamentos e inundações (GUIMARÃES *et al*, 2007).

Abastecimento de água

Abastecimento de água é compreendido como sendo o processo de produção de água potável, a partir de uma fonte de água bruta e fazer a distribuição da mesma sem que ocorram interrupções no sistema, com o mínimo de falhas que se possa alcançar. A captação da água bruta pode ser realizada de um manancial superficial (cursos d'água, lagos, represas), ou de um manancial de água subterrânea (KOBİYAMA *et al*, 2008).

Apesar de se tratar de um sistema antigo, ainda existem inúmeros desafios a serem cumpridos, como: atender a universalização do serviço, pois boa parte da população mundial não é atendida por redes de abastecimento de água potável;

melhorar a qualidade da água ofertada, já que muitas vezes os gabaritos de potabilidade não são atingidos, e ainda, reduzir as perdas de água, principalmente nas redes de disseminação, onde, em alguns casos, se perdem até 60% da água tratada e com nível adequado de potabilidade (KOBAYAMA *et al*, 2008).

IMPORTÂNCIA PARA A SAÚDE DA HUMANIDADE

Desde os tempos antigos, o homem percebeu que a água poluída com dejetos e resíduos era vetor para a transmissão de doenças. Existem exemplos de civilizações, como a grega e a romana, que se especializaram em técnicas avançadas para a época, de tratamento e distribuição de água para a população. No Egito, era comum armazenar água por um ano para que a sujeira se depositasse no fundo do recipiente. Embora não se tivesse a noção que muitas doenças eram transmitidas por microrganismos patogênicos, os processos de filtragem e armazenamento removiam a maior parte desses patógenos. Assim a pessoa que tomasse água “suja” ou não processada ficaria mais vulnerável a doenças (CAVINATTO *apud* RIBEIRO, ROOKE, 2010).

As mudanças verificadas nos padrões epidemiológicos na população mundial foram marcadas pela redução das taxas de mortalidade por doenças infecciosas e pelo aumento de doenças crônico-degenerativas. A água é o maior vetor de transmissão destas doenças infecciosas. Já as doenças crônico-degenerativas estão associadas a fatores hereditários e ao estilo de vida das pessoas (TSUTIYA, 2006).

Os sistemas individuais de abastecimento (poços, cisternas) são soluções não indicadas para centros urbanos, pois essas fontes geralmente se encontram expostas a altos níveis de contaminação (TRATA BRASIL, 2012).

SANEAMENTO NO BRASIL

Da metade do século XX até o seu final, os investimentos em saneamento básico no Brasil ocorreram de formas isoladas em alguns períodos específicos, com destaque para as décadas de 1970 e 1980. Em decorrência disso, o Brasil é marcado ainda hoje por uma grande desigualdade e prejuízo no acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto. Nos dias atuais, este setor tem recebido uma maior atenção governamental e existe uma grande quantidade de recursos já investidos e ainda mais por investir, porém faz-se necessário que esses investimentos sejam sustentáveis (LEONETI *et al*, 2011).

Segundo Tsutiya (2006), no quesito abastecimento de água, em considerando os números globais de população atendida, o Brasil pode ser classificado como razoavelmente bom. No Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2001 (ABES, 2003), o índice de atendimento da população urbana com relação a abastecimento de água no país era de 92,4% para um total de 28.897,9 x 10³ ligações ativas de água, sendo 75,5% das ligações atendidas por companhias estaduais de água e esgotos (que

tinham $267,5 \times 10^3$ quilômetros de rede de água) e o restante oriundos de serviços municipais (autarquias, companhias municipais ou operadoras privadas).

No ano de 2015, 83,3% da população brasileira era atendida com abastecimento de água tratada, isso significa que 35 milhões de brasileiros ainda não tinham acesso a este serviço básico. A cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, 63 litros são consumidos. Ou seja, 37% da água tratada do país era perdida, seja com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água, o que resulta em um prejuízo de R\$8.000.000.000 (oito bilhões de reais). A soma do volume água perdida por ano nos sistemas de distribuição das cidades seria suficiente para encher 6 (seis) sistemas Cantareira (TRATA BRASIL, 2015).

GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO

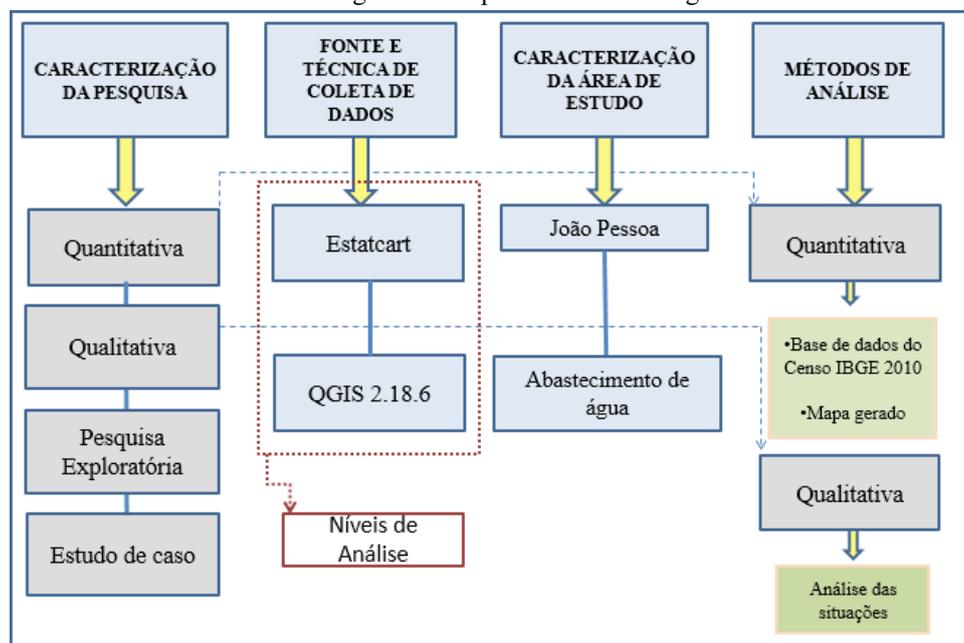
No estágio em que se encontram as tecnologias e na busca pela modernização administrativa, a utilidade do geoprocessamento como ferramenta para tal na gestão pública não pode mais ser questionada. O debate é centrado em questionamentos sobre quando começar a implantar e como fazer, especialmente levando em consideração custos envolvidos que podem ser altos e o retorno do investimento que nem sempre aparece de forma explícita e nem imediata (CODORVEZ, 2002).

Geoprocessamento é o conjunto de técnicas matemáticas e computacionais que funcionam como uma ferramenta científica para o tratamento da informação geográfica. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), permitem realizar análises complexas, ao fazer a integração de dados de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados. Os primeiros SIGs surgiram na década de 1960 como parte integrante de um programa do governo no Canadá, que permitiu elaborar um inventário de recursos naturais e ao longo da década de 1980 iniciou um período de acelerado crescimento com o aparecimento dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, além da inclusão de muitas funções de análise espacial (BERNINI *et al*, 2007).

METODOLOGIA

Este artigo se trata de uma pesquisa exploratória, quanto aos objetivos, pois ele busca proporcionar maior familiaridade com o problema abordado. E está definido como um estudo de caso, quanto aos procedimentos, pois consiste em um estudo que permite detalhar o conhecimento acerca do assunto proposto. Quanto à natureza, ele está classificado como uma pesquisa quali-quantitativa. Quantitativa por corresponder a algo passível de ser mensurável, e qualitativa por se tratar de uma pesquisa passível de subjetividade, permite ao autor expor sensações e opiniões acerca do tema. A seguir na Figura 1, pode-se ver o esquema da metodologia.

Figura 1 – Esquema da metodologia

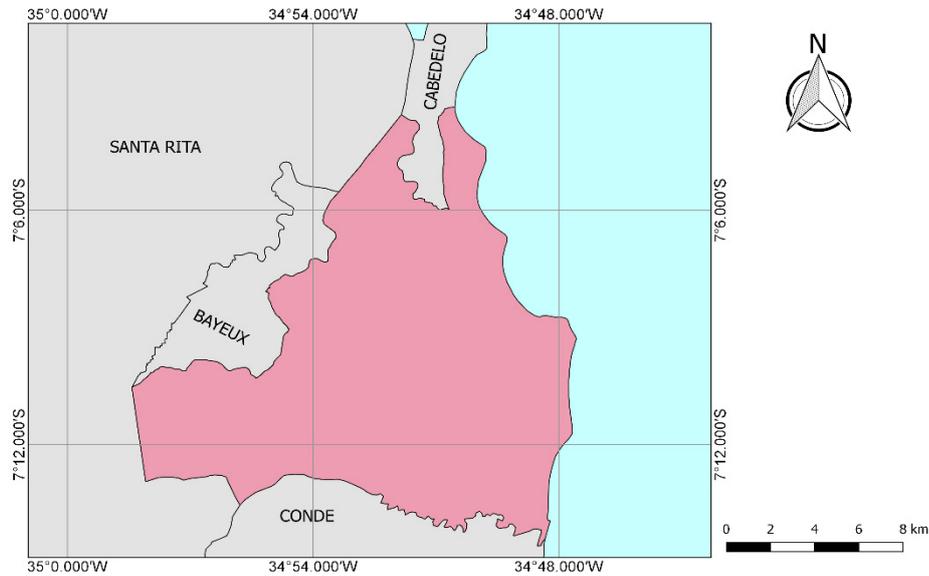


Fonte: Elaborado pelo autor.

ÁREA DE ESTUDO

O município de João Pessoa, onde está inserida a capital do estado, está localizado na mesorregião da Mata Paraibana, tem área territorial de 211,475 km², com população de 723.515 habitantes, densidade demográfica de 3.421,18 hab/km² e 213.105 domicílios (Censo 2010). PIB per capita de 22.366,71 reais (IBGE 2014). É limitado pelos municípios de Cabedelo (Norte), Conde (Sul), Bayeux e Santa Rita (Oeste) e pelo Oceano Atlântico (Leste). Na Figura 2, pode-se visualizar a localização do município de João Pessoa.

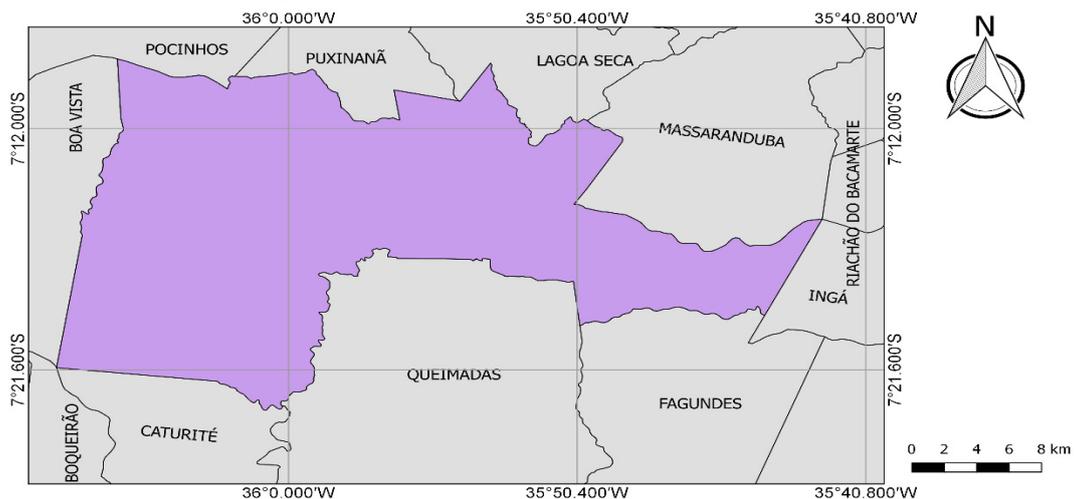
Figura 2 – Mapa do município de João Pessoa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O município de Campina Grande está localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, tem área territorial de 594,182 km², com população de 385.213 habitantes, densidade demográfica de 648,31 hab/km² e 111.852 domicílios (Censo 2010). PIB per capita de 18.716,38 reais (IBGE 2014). É limitado pelos municípios de Lagoa Seca, Massaranduba, Pocinhos e Puxinanã (Norte), Ingá e Riachão do Bacamarte (Leste), Boqueirão, Caturité, Fagundes e Queimadas (Sul) e Boa Vista (Oeste). A Figura 3 exibe a localização do município de Campina Grande.

Figura 3 – Mapa do município de Campina Grande.



Fonte: Elaborado pelo autor.

PROCEDIMENTOS ADOTADOS

A metodologia adotada foi baseada no método utilizado por Silva Filho, Araújo e Nogueira (2016), sendo seguidas as etapas:

- a) Busca de dados em tabela junto ao IBGE, a respeito de domicílios particulares permanentes com informações sobre abastecimento de água pela rede geral, tal qual as formas alternativas de acesso a este serviço, por intermédio da ferramenta *Estatcart*, disponibilizada pelo IBGE para responder à demanda de informações estatísticas e geográficas no país. Esta aplicação torna possível o acesso à base de informações do censo demográfico realizado em 2010, permitindo uma visão especializada desses dados (IBGE, 2016).
- b) Tabulação, por meio de planilhas eletrônicas exportadas do *Estatcart*, e espacialização de informações através do *software* QGIS 2.18.6. O QGIS é um *software* livre de geoprocessamento que permite o manuseio de bases de dados geoespaciais matriciais e vetoriais em um ambiente de banco de dados geográficos, possibilitando a sua utilização para diversos fins, como mapeamento, espacialização e georreferenciamento de informações e imagens (BRASIL, 2016).
- c) Avaliação da qualidade do abastecimento de água no município estudado, em forma de mapa, de acordo com a categorização determinada no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Nele, o serviço está classificado como adequado ou em *déficit*, como pode ser observado no Quadro 1 a seguir. Essa distribuição foi feita com a intenção de caracterizar o componente em questão: abastecimento de água. As circunstâncias que descrevem o atendimento precário e a ausência de atendimento, foram entendidas nesta classificação como *déficit*, pois são oferecidas em condições deficitárias ou provisórias, comprometendo a saúde humana e a qualidade do ambiente dos domicílios e suas imediações (PLANSAB, 2013).

Quadro 1 – Caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao abastecimento de água.

COMPONENTE	ATENDIMENTO ADEQUADO	DÉFICIT	
		Atendimento precário	Sem atendimento
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	- Fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências (paralisações ou interrupções).	- Dentre o conjunto com fornecimento de água por rede e poço ou nascente, a parcela de domicílios que: - Não possui canalização interna; - Recebe água fora dos padrões de potabilidade; - Tem intermitência prolongada ou racionamentos. - Uso de cisterna para água de chuva, que forneça água sem segurança sanitária e, ou, em quantidade insuficiente para a proteção à saúde. - Uso de reservatório abastecido por carro pipa.	Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas.

Fonte: PLANSAB, 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de João Pessoa contava com 96,39% dos lotes domiciliares atendidos pela rede geral de abastecimento de água, acima da média nacional que era de 81,1% (SNIS, 2010), e a maior parte dos 3,61% restantes estava localizado na zona leste, extremo leste e extremo oeste, setores censitários que contavam com menos lotes e conseqüentemente regiões menos povoadas. Além do abastecimento pela rede geral, destacava-se no município o abastecimento a partir de poços ou nascentes que correspondiam a 3,19% do total, cabendo às cisternas e outras formas de abastecimento os 0,42% restantes. No Quadro 2 a seguir, podem-se visualizar as formas de acesso à água no município de João Pessoa.

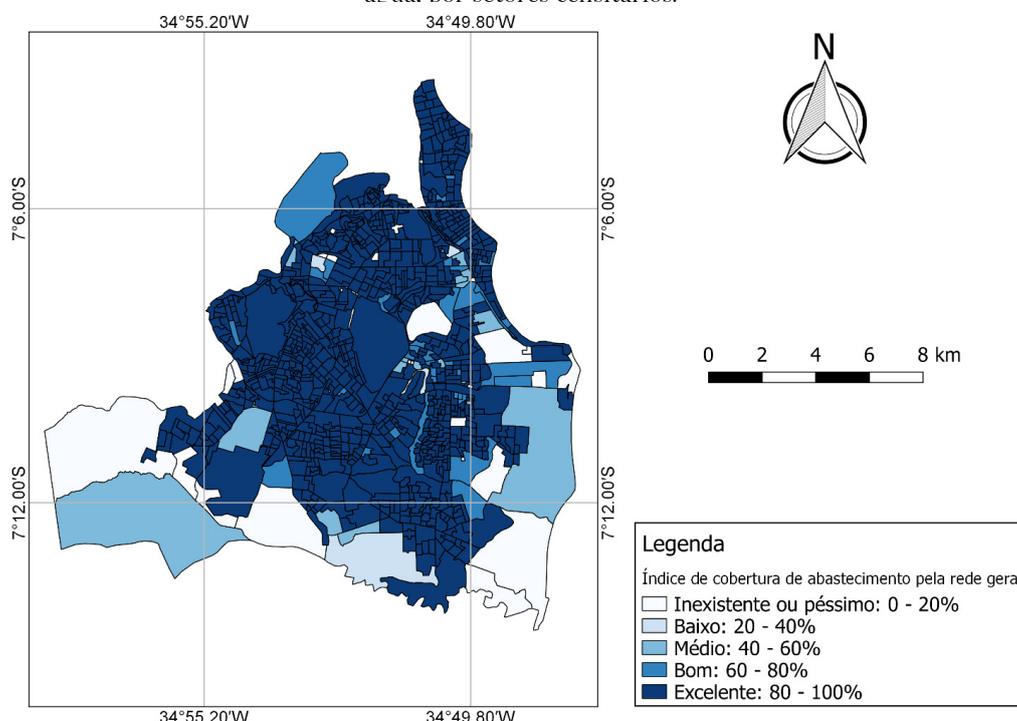
Quadro 2 – Formas de acesso à água no município de João Pessoa.

Forma	Quantidade	Índice (%)
Rede geral de água	205.419	96,39
Poço ou nascente	6.791	3,19
Cisterna	14	0,01
Outras formas	881	0,41

Fonte: Censo IBGE, 2010.

Na Figura 4, pode ser visto o mapa de domicílios do município de João Pessoa atendidos pela rede geral de abastecimento de água, dividido por setores censitários.

Figura 4 – Mapa de domicílios do município de João Pessoa atendidos pela rede geral de abastecimento de água, por setores censitários.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O município de Campina Grande tinha 97,76% dos lotes domiciliares atendidos pela rede geral de abastecimento de água, também acima da média nacional, e a maior

parte dos 2,24% restantes estava localizado na sua zona rural, mais especificamente na zona extremo oeste do município. No Quadro 3, podem-se visualizar as formas de acesso à água no município de Campina Grande.

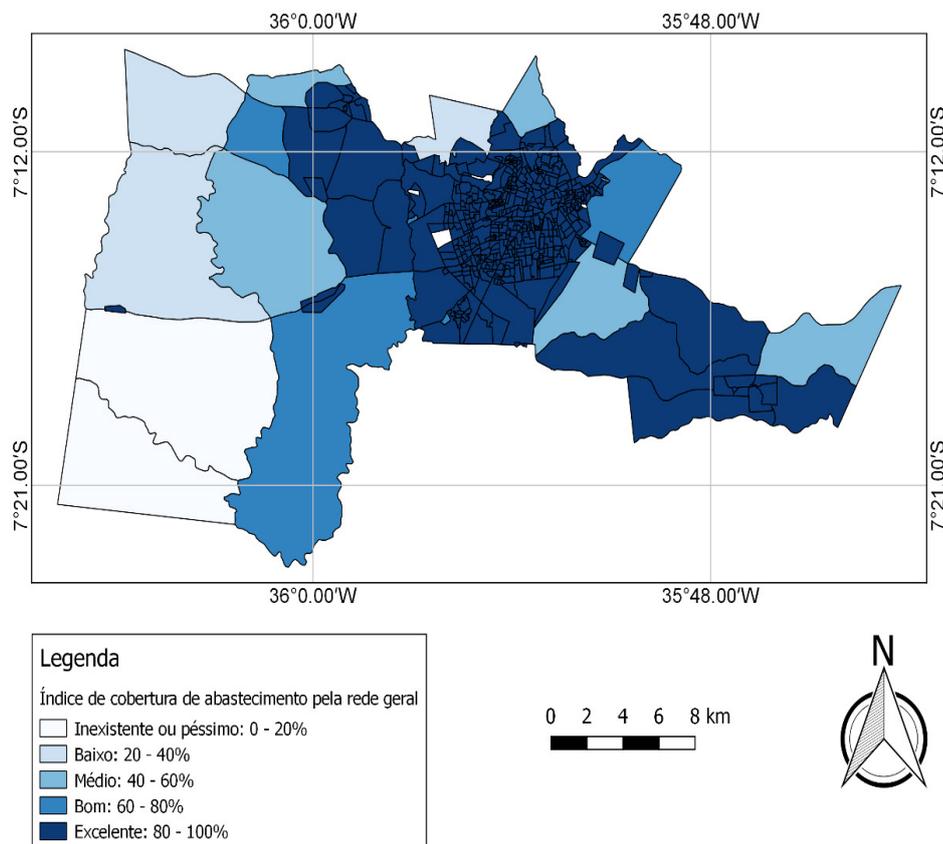
Quadro 3 – Formas de acesso à água no município de Campina Grande.

Forma	Quantidade	Índice (%)
Rede geral de água	109.343	97,76
Poço ou nascente	123	0,11
Cisterna	565	0,51
Outras formas	1.821	1,62

Fonte: Censo IBGE, 2010.

Na Figura 5, pode-se observar o mapa de domicílios do município de Campina Grande atendidos pela rede geral de abastecimento de água, dividido por setores censitários.

Figura 5 – Mapa de domicílios do município de Campina Grande atendidos pela rede geral de abastecimento de água, por setores censitários.



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a apresentação dos resultados, pode-se observar que os municípios de João Pessoa e Campina Grande apresentavam bons índices abastecimento de água, de acordo com dados do Censo do IBGE 2010, acima da média nacional. O geoprocessamento, por meio da ferramenta SIG, se apresentou como um bom mecanismo para auxiliar na gestão de recursos hídricos, podendo fornecer informações de visualização clara e objetiva, para embasar as tomadas de decisão por parte dos gestores.

Apesar do bom índice, apresentado pelos municípios, no que tange à cobertura de abastecimento de água, pela rede geral, ainda existem problemas a serem resolvidos. Além da universalização do serviço público de abastecimento, que ainda é uma meta a ser alcançada, outro problema comum nos sistemas de abastecimento de água do Brasil são as altas perdas de águas nas tubulações que em alguns casos chegam a 60%.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. C.; SILVA FILHO, J. A.; SILVA, G. M. S.; ANDRADE SOBRINHO, L. G.; NOGUEIRA, V. F. B. **Espacialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal-PB**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, 2016.

BERNINI, H.; OLIVEIRA, D. S.; MORET, A. S. **O uso de geoprocessamento para a tomada de decisão na utilização de recursos naturais: estudo de caso Resex do Rio Ouro Preto - RO**. Florianópolis: 2007.

BRASIL. Exército Brasileiro: Diretoria de Serviço Geográfico. Geoportal do Exército Brasileiro – Infraestrutura Nacional de dados Espaciais. **QGIS**. Disponível em: <<http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/sigfter/qgis-sigfter>>. Acesso em: 23 de maio de 2017.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CODORVEZ, J. C. G. **Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana**. Aracaju: 2002.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>> Acesso em: 26 de fevereiro de 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 de maio de 2017.

_____. **Geociências**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/workshop/estatcart.shtm>> Acesso em: 23 de maio de 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. 2012.

_____. **Ociosidade das redes de esgoto**. 2015.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Rio de Janeiro: 2011.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Ministério das Cidades: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2013.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública**. Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora, 2010.

SILVA FILHO, J. A.; ARAÚJO, S. C.; NOGUEIRA, V. F. B. **Diagnóstico do abastecimento de água no município de Cajazeiras, Paraíba, Brasil**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: 2016.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. Ministério das Cidades: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2010.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.

Recebido em: 24/09/2017.

Aceito em: 24/10/2017.