

# Mapeamento da tubulação de cimento-amianto na rede de distribuição de água de Princesa Isabel – PB



Maria Auxiliadora Freitas dos Santos <sup>[1]</sup>, Leonardo Adriano Domingos <sup>[2]</sup>, Valmir Araujo Firmino <sup>[3]</sup>

[1]maria.freitas@ifpb.edu.br, [2]leo\_ifpb@yahoo.com, [3]valmirifpb@hotmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Princesa Isabel.

## RESUMO

A disponibilização de água aos consumidores necessita de um sistema de abastecimento que funcione de forma eficiente. Entretanto, as companhias de abastecimento encontram problemas para assegurar essa eficiência devido a diversos fatores estruturais – entre esses, podem ser citados: a idade das redes de distribuição, o tipo do material usado, a profundidade, a localização e a falta de informações a respeito das tubulações. Dessa forma, este estudo teve como objetivo realizar o mapeamento da tubulação de cimento-amianto na rede de distribuição de água do município de Princesa Isabel – PB. Para isso, a metodologia estabelecida foi: coleta de informações por meio de relatórios e da aplicação de formulário, sistematização dos dados, demarcação em campo dos pontos onde havia tubulação de cimento-amianto e mapeamento digital dessa tubulação utilizando o software Google Earth. A partir do mapeamento, percebeu-se que a tubulação de cimento-amianto abrange a área central do município, abarcando metade da tubulação total da rede de distribuição de água. Nesse sentido, o mapa elaborado nesta pesquisa poderá contribuir com informações relevantes para a futura substituição da tubulação em estudo, bem como fornecer dados iniciais para a disseminação de novas pesquisas e a criação de banco de dados.

**Palavras-chave:** Rede de distribuição de água. Tubulação. Cimento-amianto. Mapeamento.

## ABSTRACT

*The supply of water to consumers requires a supply system that works efficiently. However, supply companies have problem to ensure this efficiency due to several structural factors – among these, they can be cited: the age of the distribution networks, the type of material used, the depth, location and the lack of information about the pipes. Thus, this study aimed to carry out the mapping of the asbestos cement pipe in water distribution network of the county of Princesa Isabel – PB. For this, the following methodology was established: collecting information through reports and application form about the distribution network, systematization of data, field demarcation of the points where there was asbestos cement pipe and digital mapping of this pipe using the Google Earth software. From the mapping, it was realized that the asbestos cement pipe covers the central area of the county, covering half of the total pipe water distribution network. In this sense, the map prepared at this research could contribute information relevant to the future replacement of the pipe under study, as well as provide initial data to the onset of new research and database creation.*

**Keywords:** *Water distribution network. Tubing. Asbestos cement. Mapping.*

<sup>1</sup> Toda a correspondência deve ser enviada ao autor referenciado.

## 1 Introdução

O fornecimento de água a determinada população requer um sistema de abastecimento que funcione de maneira eficiente, desde a captação da água até a sua distribuição. Todavia, esse sistema pode sofrer degradações naturais e/ou antrópicas. Nesse sentido, a idade dos sistemas de abastecimento e as condições ambientais e operacionais têm causado prejuízos à disponibilização de água aos consumidores.

Isso ocorre devido a diversos aspectos, entre os quais podem ser citados o aumento da taxa de quebras de tubulações, que provoca a elevação dos gastos operacionais e de manutenção, e a redução da capacidade hidráulica, que pode ocasionar aumento do consumo de energia elétrica e prejudicar a prestação do serviço à população (SARZEDAS, 2009).

Tendo em vista esses aspectos, o monitoramento e a atualização das informações acerca do sistema são de suma importância, pois podem reduzir os custos operacionais e de manutenção e aumentar a eficiência na prestação do serviço.

A operação de sistemas de abastecimento de água requer a utilização de ferramentas robustas, de fácil manejo, que proporcionem o armazenamento e a leitura de uma grande quantidade de dados e que forneçam resultados para a solução de conflitos e a gestão adequada dos processos envolvidos (OLIVEIRA; FORMIGA, 2009).

As ferramentas computacionais, aliadas aos métodos tradicionais de coleta de informações, surgiram para suprir as necessidades de armazenamento e interpretação de uma grande quantidade de informações, tendo como marco o lançamento do *software* Google Earth, em 2004.

Esse programa disponibiliza recursos para o desenvolvimento de mapeamentos, importação e exportação de dados de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e visualização da superfície terrestre por meio de imagens de satélites e fotos de alta resolução (LIMA, 2012).

O uso de geotecnologias como o Google Earth tem crescido nos últimos anos, sendo desenvolvidos estudos para o mapeamento de áreas de risco, gestão ambiental de áreas degradadas, criação de banco de dados com informações a respeito do cadastro técnico, mapa de altimetria, perfil de consumo e outras informações relevantes ao monitoramento das redes de distribuição de água. Entretanto, algumas companhias de abastecimento de água de pequeno

porte ainda não utilizam essas ferramentas, perdendo informações essenciais para a gestão do sistema (OLIVEIRA; FORMIGA, 2009; BARBOSA; OLIVEIRA; ALVES, 2011; MENDONÇA et al., 2011).

Dessa forma, a falta de informações, associada à ausência de mapas atualizados das redes de distribuição, é um problema para as companhias de saneamento, pois promove prejuízos de ordem econômica e socioambiental. Além disso, é cada vez mais notável a dificuldade que esses órgãos encontram para localizarem e identificarem as tubulações após a instalação ou manutenção (COLVERO; CUNHA; CARNEIRO, 2009).

Nesse contexto, a presente pesquisa desenvolveu o mapeamento da tubulação de cimento-amianto no município de Princesa Isabel – PB. Esta pesquisa, desenvolvida através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), fomentado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), surgiu para suprir a ausência de um mapa de rede que localizasse essa tubulação.

## 2 Material e métodos

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Princesa Isabel, que possui 22.732 habitantes e está localizado no estado da Paraíba, nas coordenadas 7° 44' 12" Sul e 37° 59' 16" Oeste (CIDADE-BRASIL, 2012; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014).

Trata-se de uma pesquisa aplicada, podendo colaborar para a geração de conhecimentos voltados à aplicação prática e à solução de problemas específicos, abarcando verdades e interesses locais (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

As etapas metodológicas adotadas para o desenvolvimento da pesquisa foram: coleta de informações, sistematização dos dados, demarcação da tubulação em campo e mapeamento digital.

### 2.1 Coleta de informações

Foram obtidas informações por meio de documentos, cedidos pela companhia de abastecimento, que pudessem auxiliar na localização das tubulações de amianto. Dessa forma, foram utilizados relatórios dos anos de 1981 e 2006 que descrevem a situação geral do sistema de abastecimento de água e propõem expansões e melhorias, não realizadas até a presente data.

Ainda nessa etapa da pesquisa, foram aplicados formulários com uma coleção de questões a um ex-funcionário, que participou da implantação do sistema de abastecimento de água no município, e ao responsável pela administração local da companhia de abastecimento. Esses formulários abordaram os seguintes temas: localização da rede de distribuição de cimento-amianto, sua extensão, ocorrência de quebras, manutenção da tubulação, substituição e realização de limpezas na rede de distribuição.

## 2.2 Sistematização dos dados

Os dados obtidos foram sistematizados por meio do método da sistematização descritiva de experiência, que permite a ordenação e organização das informações e uma reflexão crítica acerca dos dados que antes estavam dispersos (ECKERT, 2009).

## 2.3 Demarcação da tubulação de cimento-amianto em campo

Essa etapa foi desenvolvida com o auxílio do ex-funcionário da companhia de abastecimento. Como ferramenta de campo para demarcação dos pontos, utilizou-se um *Global Position System* (GPS). O ponto de partida foi identificado por meio da análise de documentos e da aplicação de formulários.

## 2.4 Mapeamento digital

Essa etapa foi desenvolvida com o uso do software Google Earth. Nesta ferramenta, os pontos do GPS (*waypoints*) foram inseridos, verificados e, a posteriori, gerou-se o mapeamento da tubulação de cimento-amianto. O Google Earth funciona baseado em imagens de satélite, permitindo a visualização do terreno em diversos ângulos e distâncias (LIMA, 2012).

Com isso, por meio da ferramenta citada, foi possível tratar os dados obtidos e mapeá-los. O tratamento consistiu na ligação dos pontos demarcados, bem como no alinhamento estético.

A metodologia utilizada está representada no fluxograma exposto na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma da metodologia.



Fonte: Elaborada pelos autores

## 3 Resultados e discussão

Na ausência de um mapa da rede de distribuição de água que pudesse colaborar na localização das tubulações de cimento-amianto, esta pesquisa fez uso de relatórios dos anos de 1981 e 2006 e de formulários para a coleta de informações que foram utilizadas para o mapeamento da tubulação em estudo.

De acordo com os relatórios, o sistema de abastecimento de água de Princesa Isabel é composto por manancial superficial, adução de água bruta, Estação de Tratamento de Água (ETA), poço de sucção, adutora de água tratada, reservatório de distribuição e rede de distribuição com tubulações de Policloreto de Vinila (PVC) e cimento-amianto. Esse sistema iniciou suas atividades no ano de 1957, com capacidade de atendimento a 6.612 habitantes (SOPLASA, 1981; CAGEPA, 2006).

Na aplicação do formulário, buscou-se averiguar a localização da tubulação de cimento-amianto, sua extensão, ocorrência de quebras, manutenção, substituição da tubulação e realização de limpezas na rede de distribuição.

Em sua totalidade, a rede de distribuição possui aproximadamente 20.000 metros de tubulação. Desse total, aproximadamente 10.510 metros são de tubos de cimento-amianto, estando localizados na área central do perímetro urbano do município (SOPLASA, 1981; CAGEPA, 2006).

No que se refere às quebras na tubulação de cimento-amianto, os dois questionados na aplicação do formulário responderam que, por se tratar de uma tubulação antiga, que está localizada em uma área central e sofre pressão em decorrência dos transportes terrestres, como caminhões e carros, a tubulação de cimento-amianto está mais suscetível a danos.

Um estudo realizado em 2001 no Reino Unido apontou a frequência de quebras entre tubulações de cimento-amianto e ferro dúctil. Nota-se, através do Quadro 1, que, quanto menor o diâmetro da tubulação, maior é a frequência das quebras (PRESTON; STURM, 2007 apud SARZEDAS, 2009).

**Quadro 1.** Frequência de quebras em tubulações de cimento-amianto e ferro dúctil

Diâmetro nominal da tubulação (mm)	Taxas de falhas por 100 km por ano	
	C. A.	F. D.
200	8,0	3,9
150	16,7	6,8
100	23,8	7,4
80	26,0	26,3

Fonte: PRESTON; STURM, 2007 apud SARZEDAS, 2009.

Vale salientar que a tubulação em estudo pode ser encontrada na rede de distribuição com diâmetros distintos, variando de 75 a 125 mm – ou seja, pode estar sujeita a frequências distintas de quebra (PRESTON; STURM 2007 apud SARZEDAS, 2009).

De acordo com as respostas dos pesquisados, quando ocorrem quebras na tubulação de cimento-amianto, são realizadas adaptações com tubos de PVC, uma vez que a companhia de água não faz mais uso de cimento-amianto.

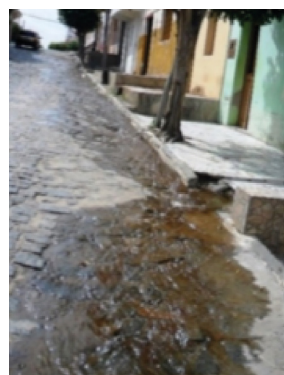
Ao realizar manutenções ou remoção de tubulação de cimento-amianto, é preciso tomar algumas medidas de segurança, como a utilização de máscaras especiais, luvas e vestimentas impermeáveis ou especiais (DUARTE, 2010).

Segundo Duarte (2010), ainda existe uma grande dificuldade em se empregar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) em empresas, principalmente nas de pequeno porte. É importante que os trabalhadores sejam alertados a respeito da necessidade dos EPIs. Isso pode ser feito por meio de palestras ou cursos de atualização, demonstrando os riscos da não utilização e os benefícios do uso.

Conforme o responsável pelo sistema de abastecimento de água, existem 7 dispositivos de descargas na rede, sendo realizadas limpezas 3 vezes por semana. No que se refere à tubulação de cimento-amianto, essas descargas tentam minimizar os efeitos das incrustações, comuns em tubulações

desgastadas, como, por exemplo, perda da vazão de água. O processo de descarga é ilustrado na Figura 2.

**Figura 2.** Procedimento de descarga ou limpeza da rede em um dispositivo.



Fonte: Arquivo de fotos da pesquisa.

Segundo a assessoria de imprensa da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, a substituição da tubulação de cimento-amianto está sendo realizada em algumas zonas da cidade de Natal – RN. O órgão salienta que a substituição minimizará os vazamentos de água, que são constantes nesse tipo de tubulação, bem como os custos com reparos e os danos diretos à população abastecida, como a falta de fornecimento constante de água (ASSESSORIA CAERN, 2014).

Conforme o administrador da companhia de abastecimento de Princesa Isabel, a verba para a desativação da tubulação de cimento-amianto foi liberada pelo Governo Federal. A obra de expansão do sistema está orçada em 8 milhões de reais e será realizada por etapas, sendo a ampliação da rede de distribuição de água a última. Não haverá remoção da canalização de cimento-amianto presente no solo. A nova canalização de PVC será implantada ao lado da existente, devendo ser inseridos cerca de 10.510 metros de tubos de PVC para substituir os de cimento-amianto.

Uma rede de distribuição pode ser composta por tubulações de plástico, concreto ou metal. Todas essas tubulações apresentam vantagens e desvantagens; sendo assim, ao substituir uma canalização, deve-se considerar, também, as características da água a ser transportada. As tubulações de plástico apresentam inúmeras vantagens em relação às de metal e cimento-amianto: são mais leves, têm preços mais acessíveis, são mais resistentes à corrosão, em comparação às de metal, e são de fácil manutenção,

em comparação às de cimento-amianto. Todavia, os tubos plásticos podem liberar determinados contaminantes capazes de gerar odores e sabores desagradáveis na água (SAMWEL et al., 2012).

A modernização do sistema de abastecimento, através da desativação da antiga rede de distribuição de água, reduzirá a perda física de água e a quantidade de serviços de reparo. Devido à falta de manutenção e ao estado das tubulações, geralmente antigas, são perdidos entre 30% e 40% da água tratada em 12 estados do país; entre esses, está a Paraíba (SANESUL, 2014; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

Portanto, modernizar o sistema de abastecimento de água é de suma importância, pois, além de reduzir os custos com reparos, proporciona a economia de água, assegurando melhorias econômicas e socioambientais.

Em resposta ao formulário, o antigo funcionário relatou que a substituição dos tubos de cimento-amianto é imprescindível para a população, pois acredita que o atual estado de conservação pode prejudicar o fornecimento de água. Contudo, a companhia responsável pelo sistema aponta que a tubulação atual não prejudica o fornecimento de água com qualidade.

Diversos fatores podem prejudicar as tubulações e o fornecimento de água; entre eles, podem ser citadas as condições de tráfego, a profundidade e localização da tubulação na via, ou seja, se essa está localizada na área de trânsito de veículos ou de pessoas (SARZEDAS, 2009).

Em geral, as tubulações devem ser instaladas em profundidades adequadas, para que não sejam afetadas pelos veículos. A determinação da profundidade dependerá de três parâmetros: o tipo do material do tubo, sua espessura e a carga de tráfego esperada. Contudo, em áreas com grande movimentação de veículos, recomenda-se uma profundidade de 900 metros. Além desses parâmetros, é importante conhecer quais os serviços já existentes no local, as condições do solo e se a área é adequada para manutenções, evitando futuros desgastes à tubulação (MINISTRY OF HEALTH, 2010).

Avaliando a Figura 3, percebe-se que, com o desgaste do asfalto, a tubulação de cimento-amianto ficou exposta e foi danificada pelo fluxo de transportes. Isso pode ocasionar problemas ao fornecimento de água, pois podem ocorrer infiltrações de produtos químicos, óleos de veículos, poeiras e resíduos sólidos na rede de distribuição.

**Figura 3.** Registro fotográfico da canalização de cimento-amianto.



Fonte: Arquivo de fotos da pesquisa.

Todos os componentes das tubulações da rede de distribuição de água devem possuir resistência adequada para suportar as pressões internas estáticas e dinâmicas, geradas por transitórios hidráulicos operacionais, e as pressões externas, provocadas pelo peso do solo sobre os tubos e pela carga de veículos na superfície do terreno (FURUSAWA, 2011). Na Figura 4, pode ser observado o desgaste da tubulação, provavelmente provocado pela pressão dos veículos terrestres.

**Figura 4.** Estado de conservação da tubulação de cimento-amianto.



Fonte: Arquivo de fotos da pesquisa

Conforme Samwel et al. (2012), é de suma importância que sejam tomadas precauções quanto à exposição de tubulações de água, pois a sua degradação pode contribuir para a infiltração de materiais químicos na água potável e provocar a corrosão dos tubos. Além disso, devem ser observados alguns fatores para manter o fornecimento de água constante, como os tamanhos dos tubos, a composição, as propriedades, a qualidade do material, bem como a idade das tubulações de água, o seu estado de manutenção e a qualidade da água transportada, pois

essa pode influenciar a resistência, durabilidade e segurança dos tubos.

Na Figura 5 pode ser visualizada a tubulação de cimento-amianto exposta na superfície do terreno, sem sinalização ou proteção, podendo sofrer desgastes externos que viriam a prejudicar o fornecimento constante de água à população.

**Figura 5.** Tubulação de cimento-amianto exposta na superfície do terreno.



Fonte: Arquivo de fotos da pesquisa.

Contudo, para que sejam tomados os devidos cuidados, é necessário que o sistema de abastecimento de água disponha de informações atualizadas e devidamente tratadas, bem como de planilhas eletrônicas, cartas topográficas, plantas de projetos e informações coletadas em campo (OLIVEIRA; FORMIGA, 2009).

Na ausência dessas informações, o mapeamento digital da rede de distribuição pode ser uma opção para iniciar o monitoramento das tubulações. Trata-se de uma ferramenta de planejamento extremamente relevante para as companhias de abastecimento de água, uma vez que proporciona uma visão detalhada da localização e do estado de conservação da rede, podendo auxiliar na diminuição de vazamentos e perdas de água, na atualização de dados necessários e em uma futura criação de SIGs.

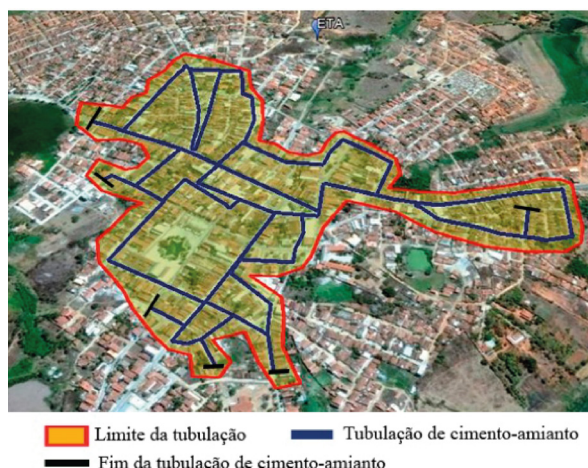
Segundo Barreto (2010), um SIG permite a gestão adequada dos sistemas de abastecimento de água, principalmente das redes de distribuição, pois armazena em seus bancos de dados informações que são imprescindíveis para a tomada de decisão. Para isso, as informações precisam ser agrupadas, atualizadas, disponibilizadas e modificadas constantemente pelos gestores do sistema, por meio de ferramentas computacionais.

Os gestores municipais das companhias de abastecimento estão despertando para a utilização de ferramentas que facilitem os serviços de manutenção, principalmente no que diz respeito a levantar as características das redes de distribuição, como tipos de tubulações, conexões existentes, pontos consumidores, situação de estações elevadoras e reservatórios (ORESTES; LOPES, 2015).

Nesse contexto, para companhias que não dispõem de documentos como mapas de rede, podem ser desenvolvidos mapas digitais a partir da coleta de informações com funcionários atuais e antigos. Sendo assim, neste estudo foi confeccionado o mapa digital da tubulação de cimento-amianto da cidade de Princesa Isabel – PB, fazendo uso de pontos demarcados com GPS e de informações coletadas na aplicação de formulário.

O resultado pode ser visualizado na Figura 6. Analisando o mapa, percebe-se que toda a tubulação de cimento-amianto está concentrada na área central do perímetro urbano do município. Portanto, toda a água transportada da ETA para os consumidores passa pelos tubos de cimento-amianto. É importante destacar que, com o desenvolvimento do município a partir do centro urbano e com o abandono do uso de cimento-amianto, as instalações hidráulicas dos outros bairros foram sendo feitas com PVC. Isso ocorreu, principalmente, devido à redução nos custos para implantar redes de distribuição de água com esse tipo de tubulação.

**Figura 6.** Mapeamento digital da tubulação em estudo.



Fonte: Elaborada com uso do software Google Earth (2014).

## 4 Conclusões

Com base nos resultados apresentados e discutidos, percebe-se que o mapeamento digital é uma ferramenta essencial para a tomada de decisão e para a gestão adequada do sistema de abastecimento de água.

Nesse contexto, as principais contribuições deste estudo para a área do saneamento ambiental estão voltadas para a inserção de tecnologias que proporcionem a atualização de dados referentes à gestão de redes de distribuição. Nesse sentido, o mapa digital elaborado nesta pesquisa poderá contribuir com informações relevantes para a futura substituição da tubulação de cimento-amianto e com o fornecimento de dados que serão essenciais para a disseminação de novas pesquisas na área.

### REFERÊNCIAS

ASSESSORIA CAERN. **Caern investe R\$ 2,4 milhões para substituir rede de amianto em Natal.** Natal, RN: Secretaria de Administração e Recursos Humanos, 2014. Disponível em: <<http://www.searh.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=40057&ACT=null&PAGE=null&PARM=null&BL=NOT%C3%8DCIA>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

BARBOSA, Z. N. T.; OLIVEIRA, W. N.; ALVES, P. R. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de riscos. Estudo de caso: Angra dos Reis – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: INPE, 2011.

BARRETO, D. O. **Planejamento e operação de sistema de abastecimento de água da cidade de Petrolina – PE utilizando sistemas de informações geográficas.** 2010. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA, 2010.

CAGEPA. **Projeto técnico do sistema de abastecimento de água da cidade de Princesa Isabel – PB.** João Pessoa, PB: CAGEPA, 2006.

CIDADE-BRASIL. **Município de Princesa Isabel.** [S.l.]: Portal Cidade-Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-princesa-isabel.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

COLVERO, C. P.; CUNHA, B. F.; CARNEIRO, V. R. D. Localização e identificação de tubulações e objetos enterrados sem a necessidade de obra invasiva ou destrutiva. In: CONFERÊNCIA SOBRE TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS, 10., 2009, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA: ABRACO, 2009.

DUARTE, E. **Dossiê amianto no Brasil.** 1. ed. Brasília, DF: Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2010.

ECKERT, C. **Orientações para a elaboração de sistematização de experiências.** Porto Alegre: EMATER, 2009. Disponível em: <[http://www.cepalforja.org/sistem/documentos/orientacoes\\_para\\_elaboracao\\_desistematizacao\\_de\\_experiencias.pdf](http://www.cepalforja.org/sistem/documentos/orientacoes_para_elaboracao_desistematizacao_de_experiencias.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2015.

FURUSAWA, R. T. **Contribuição ao dimensionamento de rede de distribuição de água por critério de custo global.** 2011. 207 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Paraíba – Princesa Isabel – Infográficos: dados gerais do município. In: \_\_\_\_\_. **Cidades@.** Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=251230&search=paraiiba|princesa-isabel|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

LIMA, R. N. S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia. **Revista de Ensino de Geografia,** Uberlândia, v. 3, n. 5, p. 17-30, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaensinogeografia.ig.ufu.br/N.5/Art2v3n5final.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

MENDONÇA, R. A. M. et al. **Uso das geotecnologias para gestão ambiental:** experiências na Amazônia meridional. Cuiabá, MT: ICV, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos.** Brasília, DF: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2014.

Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/diag2013/Diagnostico\\_AE2013.zip](http://www.snis.gov.br/diag2013/Diagnostico_AE2013.zip)>. Acesso em: 26 jan. 2015.

MINISTRY OF HEALTH. **Pumps, pipes and storage**: resources for drinking-water assistance programme. Wellington, NZ: Manatu Hauora, 2010.

OLIVEIRA, R. M.; FORMIGA, K. T. Uso de sistemas de informações geográficas na operação de sistemas de distribuição de água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2009.

ORESTES, T. A. M.; LOPES, E. B. Geoprocessamento: análise de dados cartográficos – planejamento e desenvolvimento urbano. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Brasília, v. 3, n. 18, p. 43-48, 2015.

SAMWEL, M. et al. Module 6: Drinking Water Distribution – Pipes. In: \_\_\_\_\_. **Water Safety Plan Compendium: Local Action for Safe Water**. Germany: WECF, 2012. Disponível em: <[http://www.wecf.eu/download/2012/wsp/WSP\\_Module\\_6\\_Pipes.pdf](http://www.wecf.eu/download/2012/wsp/WSP_Module_6_Pipes.pdf)>. Acesso em: 8 set. 2015.

SANESUL. Substituição das redes de água de cimento amianto tem caráter técnico. **Sanesul Notícias**, Campo Grande, 27 fev. 2014. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/noticias.aspx?id=3532>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

SARZEDAS, G. L. **Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água**: aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SOPLASA. **Ampliação do sistema de abastecimento d'água de Princesa Isabel**. [S.l.]: CAGEPA, 1981.

## Responsabilidade de Autoria

Estamos cientes de que é considerada ilegal, indevida e/ou plágio a reprodução de texto de terceiros e texto adaptado em parte ou totalmente. Portanto, declaramos que o presente artigo é de nossa inteira responsabilidade autoral.