

# QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO NUMA COMUNIDADE RURAL EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE NO SUDESTE DO BRASIL

SOUSA, L. S. D. M.<sup>1</sup>; SOUZA, F. F. G.<sup>1</sup>; HENRIQUES, J. A.<sup>1\*</sup>

1. Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Campus Afogados da Ingazeira, Pernambuco, Brasil

\*Corresponding author: henriqueskj@gmail.com

## ABSTRACT

Sousa, L. S. D. M., Souza, F. F. G. & Henriques, J. A. (2022). Water Quality of the Supply System in a Rural Community in a Small Municipality in Southeast Brazil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 26(1). ISSN 1983-9057. DOI: 16733/bjast.v26n1. Pró-Rural is a rural sanitation program created by Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), through Resolution No. 2745/91. Thus, the objective of this research was to evaluate the treatment of the water treatment system according to parameters, apparent color, turbidity, pH, free residual chlorine (CRL) and microbiological parameters. In view of these premises, three collection points were chosen to analyze the quality of the water supply in the village of Santa Clara. The analytical methods used in the research followed the recommendations of the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The parameters turbidity and pH met the current legislation. For the apparent color at point 1 (ETA) 66.67%, at point 2 (Daycare) 57.14%, at point 3 (School) 47.62% of the samples analyzed, were out of the standards recommended by the MS 05 / 2017. In relation to the CRL, 93.65% of the analyzes are in disagreement with the current legislation. For the microbiological analyzes it was identified in point 1 that five of the samples had total coliforms and two of them had *E. coli*, already in point 2, three of the samples had total coliforms and two indicated the presence of *E. coli*, while at point 3, two of the samples were present for total coliforms and *E. coli*. This highlights the importance of routine and adequate monitoring of public or private supply systems by the competent bodies.

**Key Words:** Water Quality, Potability, Rural Sanitation, Water Treatment Plant, Sentinel Indicators.

## INTRODUÇÃO

O saneamento é um dos direitos essenciais garantido constitucionalmente no Brasil. Este reconhecimento é reflexo das claras implicações desses serviços para com a saúde e o meio ambiente ao passo que sua carência pode influenciar de forma negativa em áreas como educação, economia, biodiversidade, disponibilidade hídrica e outros (Carlos, 2014).

De acordo com a Constituição Federal (Brasil, 1988), o saneamento básico é um serviço que tem por finalidade a manutenção da vida com qualidade através da oferta de água potável e da ampliação de soluções de coleta e tratamento do esgoto sanitário. A prestação deste serviço exige a atuação do estado, como um dever e um direito do cidadão na promoção da saúde e na prestação dos serviços, por exercer influência direta na qualidade de vida da população.

Para Barcellos & Quitério (2006), os fatores ambientais, sociais e os culturais que agem no espaço e no tempo sobre as populações condicionam e motivam o processo de produção das doenças. Os grupos sociais que vivem em áreas com omissão de serviços de saneamento ambiental estão sujeitos a potencializar efeitos adversos na saúde por meio de contaminantes, e proliferação de vetores.

No contexto do saneamento rural, é de senso comum que as populações devem receber água

potável constantemente, dado que é uma das obrigações dos órgãos governamentais. Mas, não é apenas responsabilidade pública e, sim, de toda a sociedade por se tratar de um bem essencial (Silva, 2004).

Segundo Censo Demográfico, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais, em aproximadamente 8,1 milhões de domicílios (IBGE, 2010). A comunidade de Santa Clara fica a cerca de 15km da sede do município, a qual é cortada pelo córrego Santa Clara, que é utilizado pela comunidade através do programa Pró-Rural como fonte de abastecimento de água.

O Pró-Rural é um programa de saneamento rural criado pela companhia estadual de saneamento, em 26 de abril de 1991, através da Resolução nº 2.745/91, tendo como objetivo geral implantar sistemas de saneamento básico em comunidades localizadas em municípios, nos quais a companhia possui concessão (preferencialmente), onde não há viabilidade econômica para operação/manutenção pela companhia. Normalmente, as comunidades estão em áreas geograficamente isoladas, com população entre 50 a 1500 habitantes.

De acordo com a Portaria consolidada nº 5 de 03 de outubro de 2017, do Ministério da Saúde (Brasil, 2017), a potabilidade é o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. A água de qualidade, isto é, aquela

que atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos pelos órgãos responsáveis, é uma necessidade básica de qualquer ser humano.

A pesquisa tem por objetivo diagnosticar as condições da qualidade da água ofertada ao povoado de Santa Clara, especialmente o seu atendimento a Portaria consolidada nº 5 de 03 de outubro de 2017, em relação às características físico-químicas e microbiológica (Brasil, 2017).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Geograficamente, a comunidade de Santa Clara encontra-se em Latitude: 20°14'02"S e Longitude: 41°35'10"W, situada na zona rural do município de Ibatiba-ES (Figura 1), a cerca de 15 km da sede deste, e é abastecida por meio da Estação de Tratamento de Água (ETA) instalado pela Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), através do programa (Pró rural), o qual atende cerca de 700 habitantes, segundo os operadores da ETA.



Figura 1 – Imagem de satélite da comunidade de Santa Clara. Fonte: I3 Geo

Sendo assim é importante avaliar o sistema de abastecimento de água do povoado de Santa Clara, implantado através do programa Pró-rural, dado que após a sua instalação, em 2002, este nunca foi alvo de pesquisa em relação ao atendimento as normas vigentes. Ademais a comunidade possui grupos vulneráveis, como creche e escola que devem ser priorizadas (Brasil, 2016). Existe também uma relação importante entre saneamento e saúde ambiental. Embora problemas dessa natureza estejam concentrados principalmente em áreas urbanas, não se podem descartar as áreas rurais, onde o saneamento é escasso, podendo ser, inexistente ou ineficaz (Larsen, 2010).

Para a realização das análises de qualidade da água, foram realizadas coletas de amostras em três pontos (Figura 2), sendo um na saída da ETA e os outros dois pontos em locais vulneráveis, sendo uma creche e uma escola, conforme preconizado pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Brasil, 2016).



Figura 2 – Imagem dos pontos de coleta. Fonte: I3Geo.

O estudo foi realizado nos meses de março a agosto de 2017. Foram realizadas coletas semanais em dias alternados, totalizando 21 campanhas de coletas, com amostragem em cada ponto. Os parâmetros analisados foram: turbidez, cor aparente, cloro residual livre e pH. Com o intuito de verificar o atendimento aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água distribuída pela ETA. Os indicadores determinados foram os indicadores sentinelas e os auxiliares, sendo; turbidez e cloro residual livre (sentinelas) e cor e pH (auxiliares), também foram analisados os parâmetros microbiológicos, Coliformes Totais e *E. Coli*, determinado de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

A Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano recomenda que todos os municípios, independente de seu porte, devam implantar um plano de amostragem baseado inicialmente no monitoramento dos indicadores sentinelas, por serem determinados por métodos simples, rápidos e de menor custo. O termo sentinela remete à capacidade desses indicadores de identificar, de maneira precoce, situações de risco relacionadas à água consumida pela população (Araújo, 2010).

As coletas de amostras para análises físico-químicas foram realizadas utilizando garrafas plástica de 500 ml, protegidas para evitar a incidência direta de luz solar sobre a amostra coletada. Os parâmetros pH, turbidez, cor e cloro residual livre, foram analisados em triplicata e in loco (Laboratório Itinerante).

A cor aparente foi determinada pelo método de comparação com padrões de platina-cobalto, utilizando instrumento fotômetro multiparâmetro modelo HI 83099 que apresenta configuração óptica multi-detectora que inibe a interferência de cor e luz.

A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico, com a utilização de um turbidímetro portátil provido de fonte de luz de filamento de tungstênio, sendo a distância atravessada pela luz incidente não maior que 10 cm, calibrado todos os dias antes da utilização por meio de um padrão primário

(0 e 100 UT), este método baseia-se na comparação da intensidade de luz desviada pela amostra com a intensidade da luz desviada por uma suspensão padrão de referência (comumente formazina) quantificando a turbidez diretamente com a intensidade da luz desviada.

O pH foi determinado pelo método potenciométrico (aparelho medidor de diferença de potencial) que determina a atividade iônica do hidrogênio, com o auxílio de um pH-metro portátil, calibrado com soluções tamponadas de pH 4,0 e 7,0.

Foram coletadas 18 amostras para análise microbiológica, durante os seis meses de pesquisa, sendo uma amostra por mês somando um total de seis coletas em cada ponto. Na coleta das amostras para análise microbiológica foi necessário a utilização de garrafas plásticas estéreis, com boca larga, tampa rosqueada e capacidade de 100 ml, as quais foram enviadas ao município de Ibatiba-ES pelo Laboratório Central de Saúde Pública do Espírito (LACEN), esterilizadas em autoclave a 121°C por 15 a 20 minutos, sendo adicionado duas gotas (0,1 mL) de tiosulfato de sódio a 10% dentro dos frascos, como o inibidor de cloro (FUNASA, 2013).

Os frascos foram levados para o local da coleta, onde foi realizado a assepsia das torneiras com álcool 70%, efetuando-se uma descarga na torneira de dois a três minutos, deixando-se escoar a água inicialmente estagnada na tubulação, para efetuar a coleta.

Após a coleta, as amostras foram conservadas em caixa térmica, com gelo reciclável, e encaminhadas ao LACEN, onde foram feitas as análises das amostras, pelo método substrato Cromogênio/Enzimático do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

Os dados foram tabulados utilizando planilhas do programa *Microsoft Office Excel*, sendo o mesmo empregado na construção dos gráficos demonstrativos com os resultados obtidos na pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas visitas realizadas ao Sistema Pró-Rural de Santa Clara, foram identificadas várias dificuldades no que tange a atividade de controle da qualidade da água, como a falta de vidraria e de equipamentos necessários para aferição dos parâmetros básicos, como turbidez, cloro residual livre, pH e cor aparente. Os funcionários da estação fazem a aferição dos parâmetros de modo rudimentar, comparado a água tratada com a água que chega à estação, após esta comparação visual, se os parâmetros não estiverem de acordo com as normas vigentes, é reduzido ou adicionado os produtos químicos até que no julgamento empírico dos servidores à situação seja normalizada.

Valores elevados de turbidez na água distribuída podem indicar ineficiência do tratamento ou o comprometimento do sistema de distribuição, por exemplo, devido a infiltrações na rede, formação de biofilmes ou intermitência do fornecimento de água (Brasil, 2016).

Os resultados obtidos neste parâmetro chamaram a atenção, dado que foi observada variação nas análises realizadas entre os pontos em mesmo dia de coleta, ora maior na saída de água da ETA ora menor em comparação aos outros pontos. Há uma tendência indicando aumento na turbidez da água em seu percurso onde valores mais baixos foram observados na saída do reservatório pós tratamento, e maiores nos pontos de coletadas mais a jusante da ETA (creche e escola). O que sugere inconformidade na rede de distribuição dado as discrepâncias dos resultados. Não obstante, as amostras analisadas permaneceram dentro dos limites preconizados para turbidez pelas normas vigentes (Figura 3). O limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e após filtração rápida a Portaria consolidada N° 5/2017 MS preconiza valores inferiores a 0,5 uT (Brasil, 2017).



Figura 3 – Valores para o parâmetro turbidez.

As análises do parâmetro cor aparente, em desacordo com a Portaria N° 5/2017 MS (Brasil, 2017) encontram-se demonstrados em porcentagem na (Figura 4) que é de 15 uH. Apesar de ser considerado um parâmetro estético, a cor aparente representa a quantidade de matéria orgânica e/ou inorgânica dissolvida na água. Quando essa concentração é proveniente de matéria orgânica, deve-se ter cautela sobretudo com a cloração, tendo em vista que na presença de substâncias húmicas, há a possibilidade da geração de subprodutos clorados, tais como os trihalometanos.

A cor aparente (Figura 4), normalmente está ligada a matéria orgânica e outros compostos dissolvidos na água. Apesar de se tratar de um indicador auxiliar, este parâmetro fora do padrão pode

indicar um problema, além de causar objeção quanto ao aspecto estético da água. Além do mais, a água para consumo humano deve atender os padrões organolépticos, conforme estabelecidos na Portaria supracitada (Brasil, 2017).

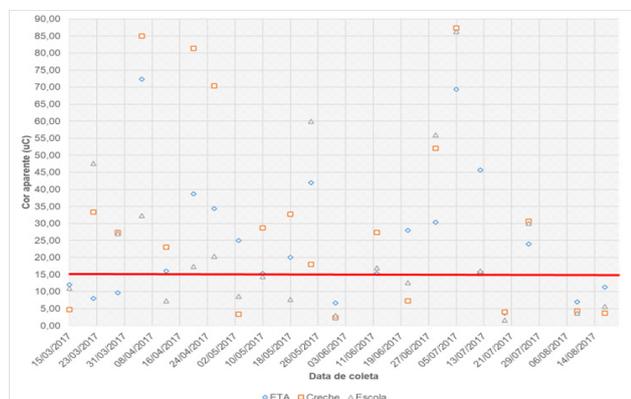


Figura 4 – Resultados obtidos para o parâmetro cor aparente fora do padrão segundo critérios estabelecidos pela Portaria N° 5/2017 MS.

O padrão organoléptico, é o conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, Portaria N° 5/2017 MS (Brasil, 2017). O seu não atendimento pode levar os usuários a improvisarem uso de outras fontes de abastecimento, como minas, poços ou outras fontes alternativas, sem nenhum tipo de tratamento, pondo em risco a saúde dos usufrutuários atendidos pelo sistema de abastecimento.

Durante as análises observou-se que as amostras apresentaram baixa concentração de cloro residual livre. 93,65 % das análises de cloro estão em desacordo com a legislação vigente, (Figura 5) o que demonstra anormalidade no funcionamento da estação de tratamento e na rede de distribuição, dado que o cloro residual livre além de ser um indicador sentinela, é o principal agente desinfetante utilizado na estação de tratamento.

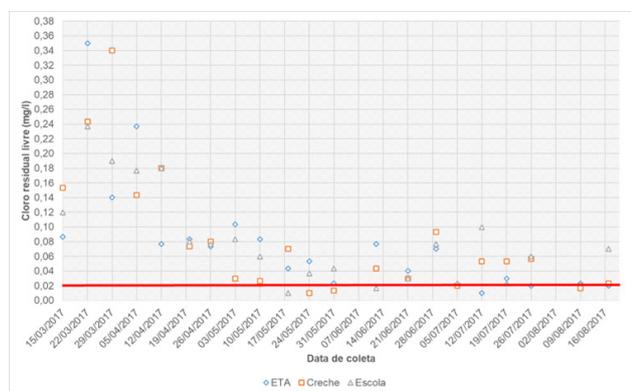


Figura 5 – Valores obtidos para parâmetro cloro residual livre.

Segundo a Portaria N° 5/2017 MS (Brasil, 2017), é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg.L<sup>-1</sup> de cloro residual livre em toda rede de distribuição,

visando garantir os níveis de potabilidade indicados por esta portaria.

Para garantir o teor mínimo previsto pelo padrão de potabilidade, o primeiro passo seria o aumento da concentração do cloro na saída da ETA, porém isso pode acarretar outros problemas, por exemplo, na percepção dos consumidores, como no gosto, coloração e odor (Salgado, 2008). Contudo, medidas corretivas devem ser adotadas, entre elas o controle da concentração de cloro na saída da ETA e sua adequada manutenção no sistema de distribuição afim de garantir não somente os níveis de potabilidade vigentes, mas também o bem-estar dos usuários do sistema.

O Parâmetro pH manteve-se dentro dos níveis de potabilidades, atendendo o preconizado pela legislação vigente, que é de 6,0 a 9,5 (Figura 6) Portaria de consolidada nº 5 de 03 de outubro de 2017, Ministério da Saúde (Brasil, 2017).

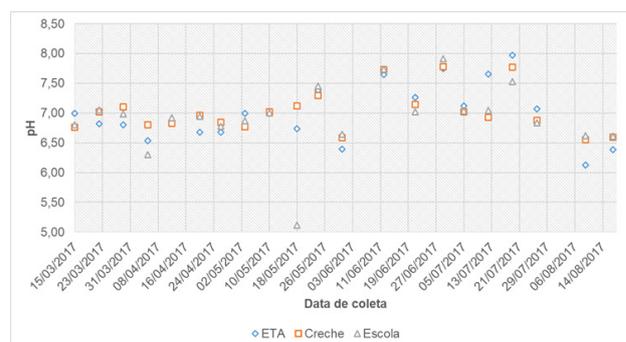


Figura 6 – Valores obtidos durante a pesquisa para as análises de pH.

Em relação aos parâmetros microbiológicos obteve-se o seguinte resultado: no ponto 1 (ETA), cinco das amostras, apresentaram presença de coliformes totais e duas destas apresentaram presença de *E. coli*. Já no ponto 2 (Creche), três das amostras apresentaram presença de coliformes totais e duas indicaram presença de *E. coli*, enquanto no ponto 3 (Escola), duas das amostras apresentaram presença para coliformes totais e *E. coli*.

O monitoramento de coliformes totais após a etapa de desinfecção permite avaliar a eficiência desse processo na inativação de bactérias. Sendo assim, o teste de presença ou ausência de coliformes totais é suficiente para atestar a qualidade bacteriológica da água na saída do tratamento, sendo que a presença desses microrganismos indica a necessidade de investigação mais pontual no sistema, com vista à monitoração de organismos mais específicos e suas possíveis vias de entrada no sistema, bem como a execução de medidas corretivas, tais como aumento da dosagem de desinfetante, pontos de recloração ao longo da rede redistribuição, entre outros (Brasil, 2016).

Para que a água seja considerada potável do ponto

de vista microbiológico, tem que estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal e não pode conter microrganismos patogênicos (Brasil, 2016).

Em um trabalho recente (Lemos et al., 2018), conduzido na zona urbana do Município de Ibatiba-ES, o qual realizou-se análises físico-químicas, dentre elas, pH, turbidez e cloro residual livre da água distribuída ao município, pela mesma prestadora idealizadora do programa Pró-rural, foram constatados dados discrepantes em relação a presente pesquisa. Segundo LEMOS et al. (2018), “com resultados obtidos no trabalho, verificou-se que a água de distribuição do Município de Ibatiba-ES se encontra dentro dos padrões de potabilidade ora em vigor”.

## CONCLUSÃO

Por meio dos resultados analisados dentro do período de março a agosto de 2017 conclui-se que: o parâmetro turbidez e pH atenderam os padrões preconizados pelas normas vigentes ora em vigor; já o parâmetro cor aparente, uma média 57% das análises não atenderam os parâmetros exigido em lei, sendo no ponto 1 (ETA) 66,67% no ponto 2 (creche) 47,62% e no ponto 3 (escola) 57,14% fora do padrão; em relação a presença ou ausência de coliformes totais e *E.coli*, das seis amostras coletadas no ponto 1 (ETA), cinco encontraram-se contaminadas por coliformes totais e em duas haviam presença de *E.coli*, no ponto 2 (Creche), três amostras tinham presença de Coliforme totais e duas estavam contaminadas por *E.coli*, no ponto 3 (escola), duas amostras apresentaram presença de coliformes totais e duas presença de *E. coli*.

Não obstante, para o cloro residual livre (indicador sentinela), 93,65% das amostras não atenderam os níveis de potabilidade, sendo que somente quatro amostras atenderam os padrões mínimos preconizados pelo Padrão de Potabilidade, que é a manutenção de no mínimo 0,2 mg.l-1 em toda rede de distribuição Portaria Nº 5/2017 MS (Brasil, 2017).

Levando em consideração os resultados obtidos nessa pesquisa e o tempo em que ela foi conduzida, pode-se concluir que o sistema de tratamento Pró-rural, não atendeu, de forma plena, o Padrão de Potabilidade ora em vigor. Contudo as informações geradas neste estudo contribuem para que medidas corretivas possam ser adotadas, a fim de minimizar os riscos à saúde dos usuários deste sistema. Servindo de base para outros municípios que fazem uso do sistema Pró-rural no Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS

APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd

Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

Araújo, M. C. S. P. Indicadores de vigilância da qualidade da água de abastecimento da cidade de Areia (PB). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2010.

Barcellos, C; Quitério, L. A. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. Revista Saúde Pública, fev. 2006, vol. 40, nº.1. p.170-1771.

Brasil. Constituição Federal, de 04 de outubro de 1988. Brasília: Planalto, 1988.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: [s.n.], 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria consolidada nº 5, de 28 de setembro de 2017. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 03 out. 2017.

Carlos, Édison. Trata Brasil: Saneamento - duas décadas de atraso. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-duas-decadas-de-atraso>. Acesso em: 03/010/2017.

Companhia Espírito Santense de Saneamento. Resolução nº 2745/91. Disponível em: <<https://www.cesan.com.br>>. Acesso em: 21 jul.2017.

Fundação Nacional de Saúde. FUNASA. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília, 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

Lemo, D. R. H.; Souza, F. F. G; Buqueroni, H. B.; Melo, M. M; Henriques, J. A. Utilização de indicadores sentinelas no monitoramento da qualidade da água de abastecimento de Ibatiba-ES. In CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 10 a 13 de julho de 2018 Juazeiro (BA). Anais [...] Juazeiro COBESA 2018.

Larsen, D. Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR. 2010. 182f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SOUSA, L. S. D. M., et al. (2022). Qualidade de Água de Abastecimento em Comunidade Rural do Sudeste Brasileiro.

Salgado, S. R. T. Estudo dos parâmetros do decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento. 2008 142f. Monografia (Especialização em Hidráulica e Saneamento) Centro de Pós-Graduação, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Silva, D. L. da. O direito sanitário e a água para consumo humano. 2004, 24f. Monografia (Especialização em Direito Sanitário) – Fundação Oswaldo Cruz, Brasília, 2004.

Submetido: Agosto/20  
Revisado: Junho/22  
Aceito: Junho/22  
Publicado: 01 de Novembro/22