



Artigo de Revisão

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v14n22020p255-273

Submetido em: 14 abr. 2020

Aceito em: 15 nov. 2020

O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino  <https://orcid.org/0000-0002-3298-0408>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Engenheira Ambiental formada pelo Instituto Federal Fluminense campus Campos Guarus. Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense campus Macaé/RJ - Brasil. E-mail: kamilarochabernardino35@gmail.com

David de Andrade Costa  <https://orcid.org/0000-0003-1814-5892>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Engenheiro de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutorando em Planejamento Ambiental no Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ - Brasil. E-mail: david.costa@iff.edu.br

Vicente de Paulo Santos de Oliveira  <https://orcid.org/0000-0002-5981-0345>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: vicentepsoliveira@gmail.com

Resumo

O saneamento básico é um direito assegurado pela legislação brasileira; porém, no que diz respeito ao acesso à água potável e ao esgotamento sanitário, esses serviços precisam evoluir significativamente para serem considerados eficientes, principalmente nas áreas rurais, onde o acesso à água potável é crítico e ocorre por meio de fontes alternativas de abastecimento, sendo imprescindível a realização de um monitoramento adequado da qualidade da água para consumo humano. O presente trabalho tem como objetivo mostrar o desafio do saneamento básico em áreas rurais dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX) e a importância do monitoramento da qualidade da água nessas localidades, possibilitando a identificação de possíveis fontes de contaminação decorrentes da ausência de saneamento. Também é importante levar em consideração a resolução dos diferentes aspectos relacionados à contaminação das águas nessas áreas por meio de medidas estruturais e educacionais que tenham em conta a importância da qualidade ambiental para assegurar a saúde da população residente nas comunidades rurais desses municípios.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Saneamento básico. Abastecimento de água. Saúde pública.

The challenge of sanitation in rural communities and the importance of monitoring water quality

Abstract

Basic sanitation is a right guaranteed by Brazilian legislation, but as far as access to drinking water and sanitary exhaustion are concerned, these services need to evolve significantly to be considered efficient, especially in rural areas, where access to drinking water is critical and occurs through alternative sources of supply. This work aims to show the challenge of basic sanitation in rural areas of the municipalities in the Lower Paraíba do Sul and Itabapoana (RH-IX) Hydrographic Region, and the importance of monitoring water quality in these locations, enabling the identification of possible sources of contamination resulting from the lack of sanitation. It is also important to take into consideration the resolution of the different aspects related to water contamination in these areas, through structural and educational



measures regarding the importance of environmental quality to ensure the health of the population living in the rural communities of these municipalities.

Keywords: Water resources. Basic sanitation. Water supply. Public health.

El reto del saneamiento en las comunidades rurales y la importancia de la vigilancia de la calidad del agua

Resumen

El saneamiento básico es un derecho garantizado por la legislación brasileña, pero en lo que respecta al acceso al agua potable y al agotamiento sanitario, esos servicios deben evolucionar considerablemente para que sean considerados eficientes, especialmente en las zonas rurales, donde el acceso al agua potable es fundamental y se produce a través de fuentes alternativas de suministro. Este trabajo tiene por objeto mostrar el desafío del saneamiento básico en las zonas rurales de los municipios de la Región Hidrográfica del Bajo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), y la importancia de la vigilancia de la calidad del agua en esos lugares, lo que permite identificar las posibles fuentes de contaminación resultantes de la falta de saneamiento. También es importante tener en cuenta la resolución de los diferentes factores relacionados con la contaminación del agua en estas zonas, mediante medidas estructurales y educativas sobre la importancia de la calidad del medio ambiente para garantizar la salud de la población que vive en las comunidades rurales de estos municipios.

Palabras clave: Recursos hídricos. Saneamiento básico. Suministro de agua. Salud pública.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

1 Introdução

A água doce é imprescindível para suprir as necessidades vitais de todos os organismos vivos, além de garantir o bom funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias. Porém, a quantidade e a qualidade da água em todo o mundo estão cada vez mais ameaçadas à medida que o crescimento populacional aumenta e as atividades agrícolas e industriais se expandem (UN-WATER, 2018).

No Brasil, a distribuição da água é bastante heterogênea, pois a maior parte dos recursos hídricos disponíveis concentra-se onde está localizada a menor parcela da população brasileira, que conseqüentemente possui baixa demanda por uso de água. Em contrapartida, para as regiões hidrográficas que aglomeram a maior parte da população do país, está disponível apenas uma pequena parte dos recursos hídricos (ANA, 2017a).

A Organização das Nações Unidas (ONU) propõe os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre os quais um traz a preocupação com o fornecimento de água potável e o acesso ao esgotamento sanitário para todos, visto que ambos os processos relacionam-se diretamente à qualidade de vida e à garantia de saúde pública à população. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) permite avaliar o cenário de cada país quanto aos seguintes pontos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, oferta e demandas da água e seus usos para as atividades humanas, qualidade da água, gestão de recursos hídricos e ações de conservação dos ecossistemas aquáticos (ANA, 2019).

A qualidade da água destinada ao consumo da população está diretamente relacionada à saúde pública. Desta forma, é importante a realização do monitoramento adequado dos recursos hídricos destinados ao abastecimento humano por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, tornando possível realizar o diagnóstico dos riscos e da precariedade das situações de saneamento de determinado local. A vigilância da qualidade da água deve ser realizada pelo poder público, pois consiste em um instrumento essencial para a garantia da proteção à saúde dos consumidores (ALEIXO *et al.*, 2016).

Diferentemente dos grandes centros urbanos, em áreas rurais o acesso à água potável é crítico e ocorre principalmente por meio de fontes alternativas de abastecimento. O consumo da água proveniente dessas fontes pode não ser seguro e consiste em um facilitador para o aumento no número de doenças de veiculação hídrica, o que torna a população vulnerável. Para que a água utilizada pela população residente nessas localidades rurais seja considerada potável, esta deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação e, sendo assim, é imprescindível um monitoramento eficiente da qualidade da água a ser consumida.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um panorama do saneamento básico em áreas rurais e mostrar a relevância do monitoramento da qualidade da água oriunda de fontes alternativas de abastecimento, tomando como estudo de caso as comunidades rurais dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), possibilitando a identificação de possíveis fontes de contaminação decorrentes da carência de saneamento bem como propostas de medidas de intervenção para assegurar a qualidade de vida da população local.

O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

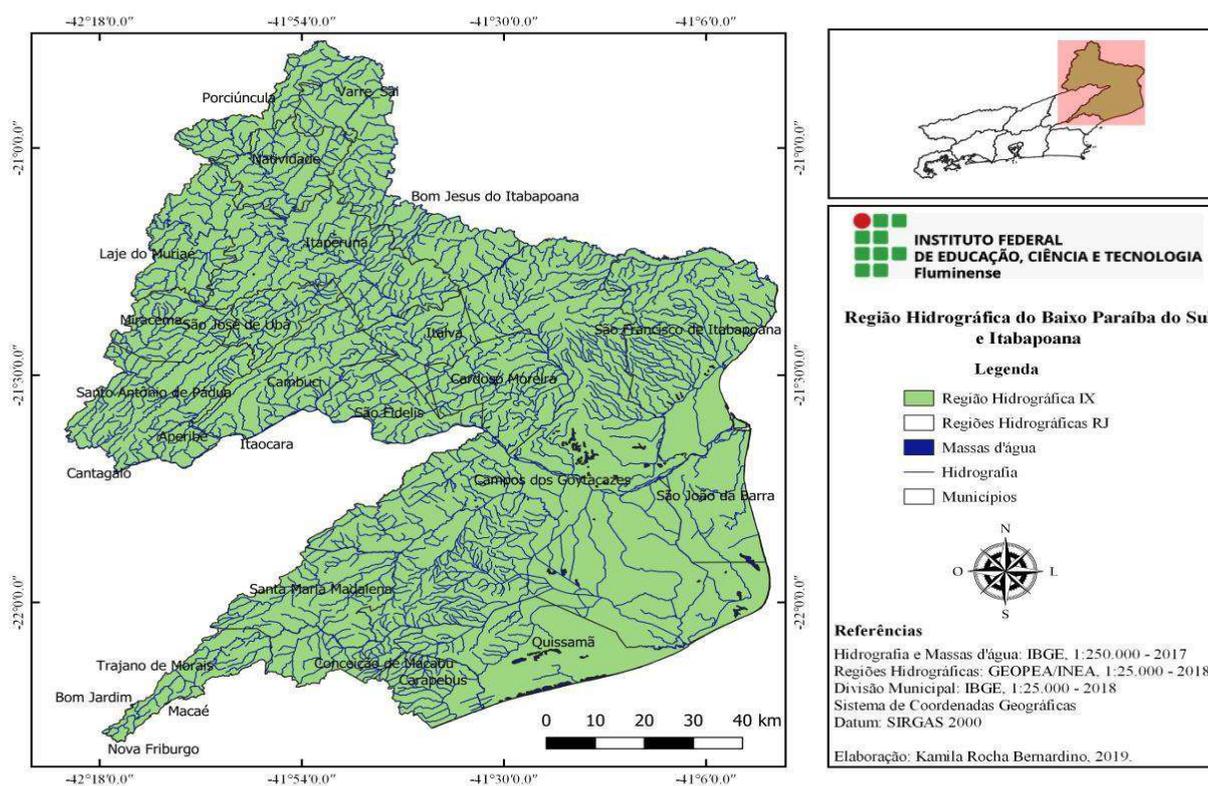
Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

2 Material e Método

2.1 Área de estudo

A Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX) abrange integralmente os municípios de Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuçi, Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Italva, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Quissamã, Santo Antônio de Pádua, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, São José de Ubá e Varre-Sai, e, parcialmente, os municípios de Carapebus, Conceição de Macabu, Santa Maria Madalena, São Fidélis e Trajano de Moraes, situados na regiões norte e noroeste fluminense do estado do Rio de Janeiro (AGEVAP, 2017).

Figura 1. Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX)



Fonte: Elaboração própria (2019)

De acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010, os municípios que estão inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX) totalizam uma população de aproximadamente 957.991 habitantes. Desses, os mais representativos do ponto de vista populacional por possuírem uma população superior a 30 mil habitantes são: Campos dos Goytacazes, Itaperuna, São Francisco de Itabapoana, São Fidélis, Bom Jesus do Itabapoana, Santo Antônio de Pádua e São João da Barra (AGEVAP, 2017; IBGE, 2019).



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

2.2 Levantamento bibliográfico

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir do levantamento de artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Os trabalhos foram obtidos através de buscas na plataforma do Periódico CAPES e *Google Scholar*, sempre se atentando aos trabalhos mais relevantes ao tema estudado e mais atuais em relação aos anos de publicação. Foram utilizados os seguintes termos de busca: “qualidade de água”, “consumo humano”, “fontes alternativas de abastecimento”, “monitoramento da qualidade da água”, “escassez de água potável”, “saneamento básico rural”, “doenças de veiculação hídrica”, entre outros.

Documentos temáticos produzidos pela Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), Agência Nacional de Águas (ANA), Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), *United Nations Water* (UN-WATER), *World Health Organization* (WHO) e *United Nations Children’s Fund* (UNICEF) auxiliaram também na produção do trabalho. Além disso, foram utilizadas legislações pertinentes aos assuntos estudados.

2.3 Levantamento de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

Ao longo do trabalho foram apresentados também os dados referentes à população atendida por abastecimento de água e esgotamento sanitário, no ano de 2017, dos municípios da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX). Os dados sistematizados são provenientes da série histórica disponibilizada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) consiste na principal fonte de informação sobre o setor de saneamento. Dentre os principais objetivos do SNIS, destacam-se: planejamento e execução de políticas públicas; orientação da aplicação de recursos; conhecimento e avaliação do setor saneamento; avaliação de desempenho dos serviços; aperfeiçoamento da gestão; orientação de atividades regulatórias e de fiscalização; e exercício do controle social (SNIS, 2018).

Os dados disponibilizados pelo SNIS são fornecidos pelos prestadores dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, compostos por companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas, ou até mesmo pelas próprias prefeituras, por meio de suas secretarias ou departamentos (SNIS, 2018).

2.4 Levantamentos de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS)

A busca dos dados referentes aos casos de doenças de veiculação hídrica nos municípios da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX) foi realizada no *site* do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que consiste em um sistema de informação em saúde que abrange diversos aspectos da saúde da população.

Os dados são disponibilizados pelas equipes técnicas do Ministério da Saúde e das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, e sua disseminação é realizada pelo DATASUS por meio do TabNet e TabWin. O TabNet, de



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

onde obtivemos as informações para o presente trabalho, possibilita a consulta de dados e indicadores de diferentes sistemas de informação em saúde, agregados em unidades de tempo ou unidades geográficas (SALDANHA; BASTOS; BARCELOS, 2019).

3 Resultados e Discussões

3.1 Escassez de água potável

A escassez hídrica é um problema que afeta cada vez mais os diferentes setores da sociedade, comprometendo também a sustentabilidade ambiental. A demanda mundial por água tem aumentado a uma taxa de aproximadamente 1% ao ano, o que vem ocorrendo devido ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e às mudanças nos padrões de consumo, e continuará a aumentar de forma significativa durante as próximas décadas (UN-WATER, 2018).

A Portaria de Consolidação nº 5/2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) define água potável como a água própria para consumo humano cujos parâmetros físicos, químicos, radioativos e microbiológicos atendam ao padrão de potabilidade, e que não apresente riscos à saúde. A utilização da água sem observar esses parâmetros pode trazer sérios problemas de saúde para a população, pois a água contaminada é fonte de diversas doenças.

A escassez e a deterioração da água podem ocorrer por fatores como poluição, contaminação e crescimento da demanda em razão de aglomerados urbanos, além do desenvolvimento industrial e agrícola. Dessa forma, os elevados custos dos sistemas de tratamento somados aos elementos citados anteriormente acabam dificultando o abastecimento de água, principalmente nas periferias e comunidades rurais (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Alguns fatores importantes, como a falta de investimentos em gestão ambiental e saneamento básico, o consumo indiscriminado por parte da população e a distribuição desigual, tornam preocupante a disponibilidade de água potável. Dessa forma, é indispensável a sua conservação, para que futuramente a população mundial possa ter água em quantidade e qualidade para atender às suas necessidades (SILVA; ALVES; PORTILHO, 2016).

3.2 Água subterrânea

A água subterrânea é um componente essencial do ciclo hidrológico e contribui de forma significativa no fornecimento de água doce para as populações, principalmente as que utilizam fontes alternativas de abastecimento. Nesse processo, parte do volume de água proveniente da precipitação consegue alcançar a superfície do solo, e assim inicia-se a infiltração ou o escoamento superficial. Quanto maior a infiltração, maior será a recarga dos aquíferos, e esse fator está relacionado diretamente à permeabilidade dos materiais de subsuperfície e declividade do terreno (BARISON, 2015; FREEZE; CHERRY, 2017).

Esses aquíferos podem ser livres ou confinados. Os aquíferos livres apresentam uma camada confinante apenas em sua base, estando sobreposto a eles a zona de aeração, sendo, desta forma, influenciados diretamente pela superfície, estando mais sujeitas à contaminação por ações antrópicas dada a livre circulação da água. Os confinados estão selados por duas camadas relativamente impermeáveis e, desse modo, dificilmente apresentam



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

alterações decorrentes das ações lesivas sobrescritas, haja vista que a circulação nessa área é restrita (TUCCI *et al.*, 2007; VILLAR; RIBEIRO, 2009).

O abastecimento utilizando as águas subterrâneas para suprir as necessidades da população é uma alternativa bastante utilizada, especialmente no que diz respeito a pequenas comunidades da zona rural. Nessas localidades, a captação da água geralmente é realizada por meio de poços rasos devido à sua operação e manutenção facilitadas, além do baixo custo de implantação. Vale ressaltar que os poços construídos de forma inadequada estão mais susceptíveis à contaminação, o que é mais preocupante em áreas rurais e periféricas das cidades, em decorrência da carência de saneamento básico (ANA, 2017a; RIZZATTI *et al.*, 2018).

Diversos fatores podem contribuir para a alteração da qualidade das águas subterrâneas, tornando-as mais susceptíveis à contaminação. Entre eles estão a destinação do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, os postos de combustíveis, a mineração e a modernização da agricultura, que, por meio de problemas operacionais, entre outros, representam fontes de contaminação por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (ANA, 2018).

Em localidades rurais, em especial, o preparo do solo para a agricultura pode contribuir significativamente para a alteração da qualidade das águas subterrâneas. Um dos problemas com maior implicação sanitária consiste na utilização de agrotóxicos; essas substâncias são tóxicas e podem causar diversas alterações no meio ambiente e na saúde pública. É importante considerar também a contribuição de nutrientes dos fertilizantes, que, após serem lançados no solo, muitas vezes em excesso, podem alcançar o lençol freático e elevar os índices de alguns elementos na água (JORDÃO; PESSÔA, 2014).

Além da contaminação das águas subterrâneas, outro fator considerado preocupante relaciona-se à superexploração desse recurso. Segundo Maciel e Sarmento (2008), a superexploração ocorre quando a captação de água é maior que o volume infiltrado, podendo afetar o abastecimento dos rios e reservatórios, exaurir nascentes, provocar a circulação de água contaminada, salinizar e ainda acabar com a disponibilidade de água do aquífero.

A impermeabilização do solo também é considerada um agravante na qualidade e quantidade da água, pois o crescimento populacional pode desencadear diversos impactos negativos. As construções residenciais e industriais e o asfaltamento de ruas, entre outros, impermeabilizam o solo, e a inexistência de espaços verdes diminui a capacidade de infiltração. Dessa forma, o aumento no escoamento superficial reduz o volume de água na recarga de aquíferos, provoca erosão dos solos e assoreamento dos cursos de água, gera perdas materiais para população e pode ocasionar diversos problemas de saúde pública mediante do surgimento de doenças (PINTO, 2011; TUCCI, 2001).

3.3 Qualidade da água para consumo humano

A distribuição de água de boa qualidade e em quantidades adequadas para a população consiste em um procedimento essencial de saneamento básico, e a qualidade dessa água é consequência do efeito de muitos processos que ocorrem ao longo do seu curso, sejam naturais ou antrópicos (SILVA *et al.*, 2015).

Segundo Oliveira Júnior *et al.* (2019), a qualidade da água está diretamente ligada ao abastecimento de água para o consumo humano e aos possíveis riscos que essa pode oferecer à saúde. Dessa forma, é imprescindível uma gestão pública com vistas à minimização desses riscos associados a um consumo de água que não atenda ao padrão de potabilidade.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

O relatório disponibilizado pelo *World Health Organization (WHO)* e pela *United Nations Children's Fund (UNICEF)* estima que 45% da população residente em comunidades rurais realizam a captação de água subterrânea de forma não segura através de perfuração de poços rasos nas suas residências. A utilização de fontes inseguras para o abastecimento de água pode desencadear diversas doenças que comprometem a qualidade de vida da população. A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas e ser livre de micro-organismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde, conforme preconizado pela legislação vigente (REALI; PAZ; DANIEL, 2013; WHO; UNICEF, 2017).

A Resolução CONAMA nº 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, além de estabelecer valores máximos permitidos dos parâmetros com maior probabilidade de ocorrência nessas águas, levando em consideração seus usos preponderantes. As águas subterrâneas são divididas em classe especial, 1, 2, 3, 4 e 5. Entre essas, apenas a classe 1 não exige tratamento para consumo humano, em razão de suas características hidrogeoquímicas naturais. Caso a qualidade da água não atenda aos valores estabelecidos por essa legislação, fazem-se necessárias ações de controle ambiental para a adequação da qualidade à sua respectiva classe, exceto para as substâncias que excedam aos limites estabelecidos dadas as condições naturais (BRASIL, 2008).

A Portaria de Consolidação nº 5/2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde estabelece as normas e responsabilidades que relacionam o controle e a vigilância da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. A vigilância da qualidade da água consiste em um conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública com o objetivo de averiguar se a água consumida pela população respeita os padrões estabelecidos e também avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana (BRASIL, 2017).

Pezarino (2010) realizou a análise da qualidade da água consumida pelos moradores dos distritos do município de Campos dos Goytacazes/RJ e, nesse estudo, constatou que o índice de contaminação predominou na totalidade das amostras, não estando de acordo com o limite estabelecido pela legislação, e que os resultados foram influenciados pela falta de saneamento básico, evidenciado pela destinação incorreta dos esgotos domésticos e ausência de tratamento da água para o consumo da população.

Silva Filho *et al.* (2019), ao analisarem a qualidade da água do poço tubular que abastece o Sítio Alegre no município de Lagoa Seca/PB, constataram não conformidade com o preconizado pela legislação vigente. Foram detectadas violações aos padrões de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas. No que diz respeito aos parâmetros físico-químicos, os valores de condutividade elétrica e o cloreto estavam acima do permitido.

Silva (2013) constatou em grande parte do município de São Francisco do Itabapoana/RJ altos índices de contaminação por coliformes totais e termotolerantes, além de os parâmetros físico-químicos em muitas localidades estarem fora do padrão de qualidade da água de consumo humano, concluindo a existência de uma precariedade no saneamento urbano e rural do referido município.

3.4 Saneamento básico rural e saúde pública

Saneamento básico pode ser compreendido como um conjunto de medidas destinadas à preservação ou alteração das condições ambientais, com o intuito de promover a saúde pública, melhorando a qualidade de vida da



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

população e a produtividade dos indivíduos. A Constituição da República Federativa do Brasil assegura o direito ao saneamento básico a toda a população brasileira; porém, apesar de o país ter conquistado alguns avanços, ainda há muito a se fazer para alcançar a efetividade desses serviços (TRATA BRASIL, 2019).

A Política Federal de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.445/2007, foi idealizada como a possibilidade de regularização desses serviços, com diretrizes e normas condizentes com as realidades sociais, ambientais e econômicas do país. Essa legislação define saneamento básico como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Uma das diretrizes estabelecidas por essa legislação consiste na garantia de meios adequados que atendam de forma eficiente à população rural através da utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais. Além disso, institui o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que prevê o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), o qual consiste em uma responsabilidade do Ministério da Saúde por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2007; FUNASA, 2018).

O Programa Nacional de Saneamento Rural é designado a promover as ações destinadas ao avanço de saneamento básico nas áreas rurais e, objetivando a universalização do acesso a esses serviços, deve garantir a equidade, a integralidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade dos serviços implantados e a participação e o controle social. Dessa forma, o programa deverá levar em conta a compreensão das características da população e ser compatível com as necessidades e realidades encontradas em cada uma das localidades rurais, assegurando o acesso ao saneamento básico eficiente como garantia de uma melhor qualidade de vida à população rural (FUNASA, 2018).

A *World Health Organization* (WHO, 2018) afirma que o acesso precário a serviços de saneamento básico constitui uma ameaça à saúde pública, especialmente para as populações de baixa renda que vivem expostas a diversos patógenos. Sistemas de gestão e de acesso à informação são imprescindíveis para estabelecer o nexo causal da doença com o *deficit* de saneamento e, assim, possibilitar a ação necessária.

Embora a legislação brasileira conceitue saneamento básico como um conjunto de serviços, o Instituto Trata Brasil (2019) afirma que os mais usuais se relacionam ao acesso adequado a abastecimento de água e à coleta e tratamento de efluentes. Esses são o enfoque do presente trabalho em virtude de sua relevância no que diz respeito ao monitoramento da qualidade da água relacionado à avaliação sanitária da área de estudo.

3.4.1 Abastecimento de água em comunidades rurais

O relatório disponibilizado pelo *World Health Organization* (WHO) e pela *United Nations Children's Fund* (UNICEF) afirma que, em 2015, uma parcela significativa de pessoas no mundo ainda não possuía acesso aos serviços básicos de água potável e que cerca de 60% da população é carente em saneamento básico (WHO; UNICEF, 2017).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019a), em seu último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto referente ao ano de 2017, afirma que no Brasil aproximadamente 93% da população urbana tem acesso ao abastecimento de água. Porém, na avaliação da população total, que consiste na população urbana e rural, o índice representa apenas cerca de 83%. Essa avaliação é considerada preocupante, pois uma parte significativa da população brasileira vive em áreas rurais e acaba não tendo acesso a água potável.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2018), 64,6% dos domicílios nas comunidades rurais captam água sem nenhum tratamento. Nessas localidades, é comum que, por falta de conhecimento da população, a água captada diretamente dos pontos de coleta seja considerada potável. Entretanto, vale ressaltar que a qualidade da água pode ser alterada por diversos fatores, oferecendo risco à saúde da população local. Sendo assim, a utilização da água sem tratamentos prévios que assegurem a sua qualidade não é aconselhável.

O estado do Rio de Janeiro, de forma geral, possui como principal fonte de abastecimento o Rio Paraíba do Sul, fornecendo água para aproximadamente 12,3 milhões de pessoas, o que corresponde a 75% da população fluminense. Destaca-se que a captação e o tratamento realizado pelas concessionárias não alcançam a totalidade do estado, ficando as áreas rurais e as periferias sem atendimento no que se refere à água tratada e de qualidade (COPPETEC/SEA/INEA, 2014).

Nos municípios que fazem parte da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), a água captada em rios e mananciais abastece apenas a população localizada na área urbana, a parcela da população que se encontra na área rural utiliza basicamente água de fontes alternativas de abastecimento (AGEVAP, 2017; RIO DE JANEIRO, 2018).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019b), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, em sua série histórica, disponibilizou dados referentes ao ano de 2017 dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), especificando a população atendida com abastecimento de água potável, conforme mostra a Tabela 1. Podemos destacar que a população rural residente nesses municípios não é assistida de forma eficiente em relação a esse serviço, estando, dessa forma, exposta aos riscos oferecidos à saúde humana ao utilizar os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água.

Tabela 1. População atendida por abastecimento de água nos municípios da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX)

| Municípios | População Total | População Urbana | População Rural |
|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Aperibé | 10.988 | 9.552 | 1.436 |
| Bom Jesus do Itabapoana | 33.151 | 28.017 | 5.134 |
| Cambuci | 12.012 | 9.148 | 2.864 |
| Cardoso Moreira | 8.831 | 6.138 | 2.693 |
| Italva | 12.597 | 9.174 | 3.423 |
| Itaperuna | 87.804 | 80.958 | 6.846 |
| Laje do Muriaé | 6.843 | 5.152 | 1.691 |
| Miracema | 26.378 | 24.312 | 2.066 |
| Natividade | 12.415 | 9.916 | 2.499 |
| Porciúncula | 17.848 | 13.959 | 3.889 |
| Quissamã | 20.107 | 12.910 | 7.197 |
| Santo Antônio de Pádua | 41.312 | 31.654 | 9.658 |
| São Francisco de Itabapoana | 30.657 | 15.636 | 15.021 |
| São João da Barra | 34.519 | 27.290 | 7.229 |



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

| | | | |
|-----------------------|---------|---------|--------|
| São José de Ubá | 4.027 | 1.781 | 2.246 |
| Varre-Sai | 6.346 | 3.878 | 2.468 |
| Trajano de Moraes | 3.348 | 1.555 | 1.793 |
| Conceição de Macabu | 18.618 | 18.618 | 0 |
| Carapebus | 4.394 | 3.468 | 926 |
| Santa Maria Madalena | 5.506 | 3.165 | 2.341 |
| Campos dos Goytacazes | 465.773 | 442.705 | 23.068 |
| São Fidélis | 30.094 | 23.790 | 6.304 |

Fonte: SNIS (2019b)

A insuficiência de instalações de abastecimento de água em condições adequadas para o consumo humano é uma dificuldade ainda persistente nos dias atuais. Em áreas rurais, esse quadro se agrava; é comum nessas regiões a população utilizar fontes alternativas de abastecimento sem nenhum tratamento. É importante que haja uma intervenção do poder público no que tange ao abastecimento de água em comunidades rurais, garantindo uma melhor qualidade de vida para a população residente nesses locais.

3.4.2 Esgotamento sanitário nas comunidades rurais

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, o esgotamento sanitário pode ser definido como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente. Entre os serviços de saneamento básico, o esgotamento sanitário costuma ter índices inferiores de cobertura quando comparado aos serviços de abastecimento de água, além de serem os que mais necessitam de análises e propostas para o encaminhamento de soluções, principalmente quando nos voltamos para a gestão hídrica (BRASIL, 2007; ANA, 2017b).

Apesar dos serviços de saneamento básico serem imprescindíveis para a promoção da saúde pública e para a proteção ambiental, estima-se que no ano de 2015, cerca de 2,3 bilhões de pessoas no mundo ainda não tinham acesso a práticas adequadas de esgotamento sanitário, o que representa aproximadamente 31% da população global (WHO; UNICEF, 2017).

O Atlas Esgoto, disponibilizado pela Agência Nacional das Águas (ANA, 2017b), afirma que a situação do atendimento da população brasileira com serviços de esgotamento sanitário se caracteriza da seguinte forma: 43% é atendida por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos), 12% por solução individual (fossa séptica), 18% da população se enquadra na situação em que os esgotos são coletados, porém não são tratados, e por fim, 27% é desprovida de atendimento, não possuindo nenhum tipo de coleta e tratamento de esgotos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019b), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, em sua série histórica, disponibilizou dados referentes ao ano de 2017 dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), especificando a população atendida com esgotamento sanitário, conforme mostra a Tabela 2. É possível destacar uma deficiência significativa



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

no fornecimento desse serviço para a população rural desses municípios, fazendo com que esta esteja vulnerável a diversas ameaças relacionadas à saúde humana por utilizar soluções individuais para atender suas necessidades.

Tabela 2. População atendida por esgotamento sanitário nos municípios da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX)

| Municípios | População Total | População Urbana | População Rural |
|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Aperibé | 9.816 | 9.816 | 0 |
| Bom Jesus do Itabapoana | 33.500 | 29.800 | 3.700 |
| Cambuci | 8.100 | 8.100 | 0 |
| Cardoso Moreira | 2.710 | 1.813 | 897 |
| Italva | 7.150 | 5.800 | 1.350 |
| Itaperuna | 24.213 | 24.213 | 0 |
| Laje do Muriaé | 1.414 | 1.414 | 0 |
| Miracema | 25.865 | 23.839 | 2.026 |
| Natividade | 10.840 | 10.840 | 0 |
| Porciúncula | 1.422 | 1.422 | 0 |
| Quissamã | 6.584 | 6.584 | 0 |
| Santo Antônio de Pádua | 31.551 | 31.551 | 0 |
| São Francisco de Itabapoana | 488 | 488 | 0 |
| São João da Barra | 38.381 | 30.867 | 7.514 |
| São José de Ubá | - | - | - |
| Varre-Sai | - | - | - |
| Trajano de Moraes | - | - | - |
| Conceição de Macabu | 20.687 | 19.137 | 1.550 |
| Carapebus | 15.568 | 12.285 | 3.283 |
| Santa Maria Madalena | 5.910 | 5.000 | 910 |
| Campos dos Goytacazes | 398.448 | 398.448 | 0 |
| São Fidélis | 33.800 | 23.779 | 10.021 |

Fonte: SNIS (2019b)

A ausência de instalações de esgotamento sanitário em áreas rurais pode estar relacionada a fatores como dificuldade de acessos, ou mesmo descaso do poder público. Mesmo os dados nacionais mostrando alguns pequenos avanços no que se trata da melhoria da situação de esgotamento sanitário na zona rural, a situação ainda é preocupante e a universalização desse serviço se constitui uma realidade distante. Dessa forma, as populações dessas regiões, principalmente as mais pobres, estão expostas a diversos tipos de doenças e a uma qualidade de vida precária (LANDAU; MOURA, 2016; TONETTI *et al.*, 2018).



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

3.4.3 Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado

O saneamento básico eficiente é um procedimento imprescindível para garantia da saúde pública, desde a prevenção de doenças até a melhoria e manutenção da qualidade de vida da população. Em diversos locais pode ser evidenciada a associação entre o aumento de determinadas doenças e a falta de saneamento adequado. O relatório do *World Health Organization* (WHO, 2018) propõe diversas diretrizes para promover sistemas e práticas de saneamento eficiente e seguro, objetivando a melhoria da saúde pública mundial.

As doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado estão diretamente associadas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário ineficientes. Essas doenças atingem diretamente as populações mais vulneráveis no mundo inteiro. De acordo com o *World Health Organization* (WHO, 2017), no ano de 2015, milhões de crianças morreram antes de completar cinco anos, porém muitas dessas mortes poderiam ter sido evitadas através da abordagem dos riscos ambientais relacionados ao saneamento básico inadequado.

Segundo Nascimento (2011), as doenças de veiculação hídrica, relacionadas diretamente ao abastecimento ineficaz da água, são aquelas adquiridas por meio do consumo direto da água contaminada com micro-organismos patogênicos. Existem ainda as doenças veiculadas pelo contato direto com a água contaminada em atividades de higiene e lazer, além de outras doenças que podem ser contraídas em razão de seus vetores terem parte do seu ciclo desenvolvido em ambientes aquáticos. O Quadro 1, a seguir, exemplifica algumas doenças de veiculação hídrica.

Quadro 1. Exemplos de Doenças de Veiculação Hídrica

| Categorias | Grupos de doenças |
|---|---|
| Doenças de transmissão feco-oral | Diarreias; Cólera; Salmonelose; Shigelose; Amebíase. Outras infecções intestinais bacterianas (<i>Escherichia coli</i> , <i>Campilobacter</i> ssp., <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Clostridium difficile</i>). Outras doenças intestinais por protozoários (Balantidíase, Giardíase, Criptosporidíase). Isosporíase Doenças intestinais por vírus (enterite por rotavírus, gastroenteropatia aguda, adenovírus). Febres entéricas; Febre tifoide; Febre paratifoide; Hepatite A; Poliomelite. |
| Doenças relacionadas com a higiene | Doenças Infecciosas dos olhos (Tracoma; Conjuntivites). Doenças Infecciosas da pele (Dermatofitoses; Micoses). |
| Doenças transmitidas através do contato com a água | Esquistossomose; Leptospirose; Difilobotríase e outras infecções por helmintos. |
| Doenças transmitidas por inseto vetor | Dengue; Febre Amarela; Chikungunha; Leishmanioses; Malária; Doença de Chagas; Doença do sono. |

Fonte: Fundação Nacional da Saúde (2010); Ferreira e Pádua (2010); Heller e Pádua (2010).

As condições socioeconômicas estão intrinsecamente relacionadas ao acesso aos serviços de saneamento básico que, por sua vez, afetam a salubridade ambiental e as condições de saúde pública de um determinado município. O Ministério da Saúde através do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

(DATASUS, 2019), por meio do TabNet, disponibiliza informações referentes a diversos indicadores de saúde (doenças, municípios de notificação, evolução dos casos, etc.) de acordo com cada região.

A Portaria de Consolidação nº 5/2017, Anexo XX, do Ministério da Saúde preconiza que é imprescindível que ocorra a notificação das doenças de veiculação hídrica como suporte de informações, para que dessa forma possam ser quantificados os casos dessas doenças e identificadas as possíveis causas relacionadas ao consumo de água com uma qualidade deteriorada, permitindo dessa forma que se proponham as medidas corretivas cabíveis (BRASIL, 2017).

Foi possível observar ao longo da pesquisa a deficiência de dados de doenças de veiculação hídrica referente aos municípios localizados na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (RH-IX), disponibilizados para acesso, até o final do ano de 2019, apesar do espaço oferecido pelo Ministério da Saúde para que essas informações possam chegar à população. É extremamente comum que os profissionais da saúde responsáveis pelas notificações não abasteçam o sistema com os dados, o que acaba dificultando a proposta de medidas de monitoramento da água e controle da disseminação de doenças.

3.5 Monitoramento da qualidade da água para consumo humano

O monitoramento da qualidade da água é um instrumento imprescindível que pode contribuir significativamente com fatores relacionados à escassez hídrica, à perda de qualidade da água por ações antrópicas e como estratégia de avaliação sanitária, principalmente em localidades que não possuem serviços eficientes de saneamento básico. Por meio do monitoramento dos recursos hídricos, variáveis quantitativas e qualitativas da água são observadas a fim de ponderar o nível de degradação encontrado, para que se possa atuar sobre o agente poluidor (DANVI *et al.*, 2017).

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano deve incluir programas de controle visando conhecê-la nas diversas partes do sistema, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, seguidas do gerenciamento de todo o sistema, a fim de identificar as causas da variação da qualidade da água e adotar as medidas preventivas e corretivas cabíveis (BRASIL, 2006).

Segundo Oliveira (2011), os aspectos físicos da água permitem uma percepção das características estéticas, sua importância está relacionada à alteração da água por compostos em suspensão, que podem estar na forma coloidal ou dissolvidos. As principais características físicas utilizadas para analisar a qualidade da água são: cor, odor, sabor, turbidez, temperatura, sólidos dissolvidos e condutividade elétrica.

Von Sperling (2014) afirma que os aspectos químicos permitem classificar a água por seu conteúdo mineral através dos íons presentes; determina o grau de contaminação quanto à origem dos principais poluentes, além de avaliar o equilíbrio bioquímico. As características químicas podem ser representadas pela alcalinidade, acidez, dureza, nitratos, nitritos, pesticidas, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, além de metais como alumínio, ferro, manganês, cromo; entre outras.

Os aspectos microbiológicos são considerados de maior relevância em termos de qualidade da água, pois se relacionam diretamente com a maioria das doenças de veiculação hídrica através do consumo de água contaminada com micro-organismos patogênicos. As bactérias do grupo coliformes são as mais utilizadas nas análises de monitoramento da qualidade da água pelo fato de se propagarem com facilidade, serem comumente encontradas



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

nas fezes humanas e dos demais animais, e possuírem fácil identificação em análises laboratoriais, características que possibilitam sua utilização como indicadores microbianos (NASCIMENTO; ARAÚJO, 2013).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados em trabalhos destinados ao monitoramento da qualidade da água para consumo humano padronizam os seus resultados de acordo com os valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX (BRASIL, 2017).

4 Considerações finais

A dificuldade de acesso à água potável e a má distribuição dos recursos hídricos são problemas crescentes uma vez que a demanda mundial por água tende a continuar aumentando e que, além disso, os diversos usos desse recurso comprometem sua qualidade. Dessa forma, os custos elevados dos sistemas de tratamento e distribuição de água potável torna difícil o abastecimento, principalmente em áreas rurais.

A necessidade de fornecimento de água em quantidade e qualidade adequadas à população é de suma importância não só para que se assegure o atendimento das necessidades básicas dos núcleos populacionais e comunidades rurais, como também para garantir a saúde das pessoas que não possuem meios de obtenção de água adequada para consumo.

Nas comunidades rurais dos municípios inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH-IX), as fontes alternativas de abastecimento contribuem de forma significativa para suprir as necessidades da população, tornando-os susceptíveis à contaminação. Dessa maneira, não é aconselhável o consumo dessa água sem que seja submetida a tratamentos que garantam sua qualidade.

Diante dos obstáculos quanto à extensão da rede de abastecimento de água a populações mais afastadas do centro urbano do município, deve-se pensar em estratégias de monitoramento constantes das fontes alternativas de abastecimento utilizadas pela população, visto que diversas são as fontes de contaminação possíveis desse recurso, como a falta de tratamento de efluente, má disposição de resíduos sólidos, utilização de agrotóxicos, excesso de fertilizantes e falta de atenção do poder público aos riscos imputados ao consumo de água fora dos padrões estabelecidos legalmente.

Mesmo que dados nacionais mostrem avanços no que diz respeito aos serviços de saneamento básico das áreas rurais, ainda há muito a se fazer para que esses serviços possam atender a essas localidades de forma adequada.

O acesso aos dados relacionados às doenças de veiculação hídrica dos municípios em estudo é precário, o que dificulta a criação de propostas e medidas que ajudem a controlar a disseminação de tais doenças.

O monitoramento constante das águas deve ser à base de uma boa gestão voltada ao saneamento básico e à saúde da população, e deve servir para fomentar políticas que visem ao oferecimento de água em qualidade adequada. É necessário que se leve em consideração também a resolução dos diferentes aspectos relacionados à contaminação das águas por meio de medidas estruturais e educacionais que tenham em conta a importância da qualidade ambiental para assegurar a saúde das pessoas.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água
Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

Referências

- AGEVAP. ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Relatório de Situação da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana**. Rio de Janeiro, 2017. p. 72.
- ALEIXO, B. *et al.* Human Right in Perspective: Inequalities in Access to Water in a Rural Community of the Brazilian Northeast. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, p. 63-84, 2016.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2017b.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: Relatório Pleno**. Brasília: ANA, 2017a.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: Relatório Pleno**. Brasília: ANA, 2018.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (Brasil). **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019.
- BARISON, M. R. **Águas Subterrâneas: Ciências Ambientais para Engenharia**. São Paulo: Elsevier Brasil, 2015. p. 123–155.
- BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Brasília. **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para minimização de riscos à saúde**. Brasília, 2066. p. 252.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Anexo XX: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2017.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, 2008.
- COPPETEC. SEA. INEA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro, 2014. p. 125.
- DANVI, A. *et al.* Comparing water quantity and quality in three inland valley watersheds with different levels of agricultural development in central Benin. **Agricultural Water Management**, Elsevier, p. 257-270, 2017.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. **Portal da Saúde**. Disponível em:
<http://datasus.saude.gov.br/datasus>. Acesso em: 2019.

FERREIRA, A. C. S.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. v. 1. cap. 4, p. 151-217.

FREEZE, A. R.; CHERRY, J. A. **Águas Subterrâneas**. Traduzido de Groundwater. Tradução de Everton Oliveira. São Paulo: Edição Instituto Água Sustentável, 2017.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (Brasil). **Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de Agravos Relacionados a um Saneamento Ambiental Inadequado**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). **Saneamento Rural**. 2018. Disponível em:
<http://www.funasa.gov.br/web/guest/acoes-de-saneamento-rural-funasa>. Acesso em: jul. 2019.

HELLER, L.; PÁDUA, V. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. v.1, p. 418.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Cardoso Moreira, RJ: Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/cardoso-moreira/panorama>. Acesso em: 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2014.

LANDAU, E. C.; MOURA, L. **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010**: domicílios urbanos e rurais. Brasília: Embrapa, 2016. p. 975.

MACIEL, K. L. S.; SARMENTO, V. B. A. Outorga e cobrança pelo uso da água subterrânea: normas vigentes e estudo de caso em Recife, PE. **Revista Águas Subterrâneas**, 2008.

NASCIMENTO, V. S. F. **Doenças de Veiculação Hídrica em Trechos da Bacia do Rio Piranhas Assu**: ocorrência de bactérias oportunistas, caracterização epidemiológica e concepções de professores e agentes de saúde. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.

NASCIMENTO, V. F. S.; ARAÚJO, M. F. F. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 91-104, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. *et al.* Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, 2019.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

- OLIVEIRA, K. C. **Contaminação da água consumida pelas comunidades rurais de São João da Barra, RJ, Brasil.** 2011. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2011.
- PEZARINO, R. S. **Avaliação da qualidade da água utilizada nos distritos de Campos dos Goytacazes, RJ.** 2010. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2010.
- PINTO, L. L. C. A. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano.** 2011. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2011.
- REALI, M. A. P.; PAZ, L. P. S.; DANIEL, L. A. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão.** Coordenadores: Maria do Carmo Calijuri, Davi Gasparini Fernandes Cunha. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. cap. 17, p. 405-451
- RIBEIRO, P. G. *et al.* Sistema de abastecimento e qualidade da água de consumo do alojamento Iarem em Lavras, MG. **Revista Sustentare**, v. 2, n. 1, p. 1-19, 2018.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. TCE, RJ. **Estudos Socioeconômicos do Município de Cardoso Moreira**, Rio de Janeiro, 2018. p. 136.
- RIZZATTI, I. M. *et al.* Avaliação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de água de alguns poços do bairro Jardim das Copalbas, Boa Vista, RO. **Revista Eletrônica Ambiente, Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 17-32, dez. 2018.
- SALDANHA, R. D. F.; BASTOS, R. R.; BARCELLOS, C. Microdatasus: pacote para download e pré-processamento de microdados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS). **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, p. 1-9, 2019.
- SILVA FILHO, E. D. *et al.* Estudo da qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca/PB. **Revista Águas Subterrâneas**, v.33, n.1, 2019.
- SILVA, E. B.; ALVES, C. S.; PORTILHO, J. C. S. Diagnóstico Participativo de Saneamento Básico na Comunidade Rural do Baixo Rio Araguaçu no Município de Ferreira Gomes, Amapá, Brasil. **Revista Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 17-23, 2016.
- SILVA, F. M. *et al.* Qualidade microbiológica da água consumida por crianças de pré-escolas do município de Rio Largo/Alagoas. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 10, n. 3, p. 43-48, 2015.
- SILVA, R. A. **Mapeamento da qualidade da água de poços rasos em São Francisco de Itabapoana, RJ.** 2013. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2013.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos 2016.** Brasília: Ministério das Cidades, 2018. p. 220. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/> /2019 diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016. Acesso em: 2019.



O desafio do saneamento em comunidades rurais e a importância do monitoramento da qualidade da água

Kamila Rocha Bernardino, David de Andrade Costa, Vicente de Paulo dos Santos de Oliveira

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos 2017**. Brasília: Ministério das Cidades, 2019a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>. Acesso em: 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil). **Série Histórica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019b. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 2019.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Saneamento e Ambiente Campinas, SP, 2018.

TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. Saneamento é Saúde. **Saneamento Ambiental**: Definição e Importância. 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>. Acesso em: jul. 2019.

TUCCI, C. E. M. Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas: Avaliação e controle da Drenagem Urbana. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE, 1., 1999, Brasília. **Anais [...]**. v. 2. p. 405-419.

TUCCI, C. E. M. *et al.* **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora UFRGS, ABRH, 2007.

UN-WATER. UNITED NATIONS WATER. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**: Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão da Água. Tradução Agência Nacional de Águas, ANA. Perugia, Itália: Colombella. 2018.

VILLAR, P. C.; RIBEIRO, W. C. Sociedade e gestão do risco: o aquífero Guarani em Ribeirão Preto-SP, Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 43, p. 51-64, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines on sanitation and health**. Geneva: World Health Organization, 2018.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Inheriting a sustainable world?** Atlas on children's health and the environment. Geneva: World Health Organization, 2017.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. UNICEF. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene**. Geneva: World Health Organization and United Nations Children's Fund., 2017.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar e redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.