



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos

SANEAMENTO BÁSICO E A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA NO AUXÍLIO À SEGURANÇA HÍDRICA EM ÁREAS RURAIS

Fernanda Azevedo Dias

Ilha Solteira - SP
Outubro, 2020

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Ciências Biológicas, Eng. Agronômica, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
PABX (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos

**SANEAMENTO BÁSICO E A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA NO
AUXÍLIO À SEGURANÇA HÍDRICA EM ÁREAS RURAIS**

Fernanda Azevedo Dias

Maurício Augusto Leite
Orientador

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira,
Universidade Estadual Paulista "Julio
de Mesquita Filho", como parte das
exigências para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Ilha Solteira - SP
Outubro, 2020

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Ciências Biológicas, Eng. Agrônômica, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil.
PABX (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Dias, Fernanda Azevedo.

D541s Saneamento básico e a qualidade microbiológica da água no auxílio à segurança hídrica em áreas rurais / Fernanda Azevedo Dias. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2020

48 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Bicológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2020

Orientador: Maurício Augusto Leite

Inclui bibliografia

1. Água potável e saneamento. 2. Assentamento rural. 3. Doenças de veiculação hídrica.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

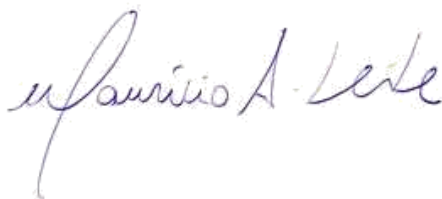
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**Saneamento básico e a qualidade
microbiológica da água no auxílio
à segurança hídrica em áreas
rurais****Fernanda Azevedo Dias****REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:**

Artigo 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta da aluna a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.


Artigo 24º – No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADA ou REPROVADA.

COMISSÃO EXAMINADORA

1ª EXAMINADOR
(Orientador-Presidente)
Nome: Prof. Dr. Maurício Augusto Leite



2ª EXAMINADOR
Nome: Profa. Dra. Ana Lucia Fonseca



3ª EXAMINADOR
Nome: Prof. Dr. Ricardo Tezini Minoti



CONCEITO
 Aprovada
 Reprovada

Ilha Solteira-SP, 14 de dezembro de 2020.

“Deixar sua cultura e seu passado em nome de um futuro é saber recompor a tensão entre corpo e alma, aprendendo a romper por conta das demandas do futuro e não só pelas demandas do passado.”

Nilton Bonder

Agradecimentos

Quero compartilhar que apesar dos pesares que aconteceram ao longo de todo este percurso, sou muito grata a eles pois me ensinaram a ser resiliente e forte para continuar trilhando meu caminho.

Ao meu orientador Prof^o Dr. Mauricio Augusto Leite, por ter me dado todo o suporte, apoio, ensinamentos e a oportunidade de ter transformado a vida de outras pessoas a partir dos resultados obtidos ao longo destes 5 anos de pesquisa; obrigada por terem me auxiliado a encontrar meu propósito.

Aos meus pais Maria Inês, Adilson e minha irmã Izabella, por sempre estarem ao meu lado nesta grande jornada e por me incentivarem a nunca desistir dos meus sonhos.

Agradeço ao meu namorado Matheus e meus grandes e eternos amigos Wesley, Marilaine, Gustavo, Lais e Maycon por todas as risadas, aprendizados, estudos e conquistas, vocês me auxiliaram nesta fase de autoconhecimento e trouxeram mais felicidade para minha vida

E por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação e meus aprendizados.

RESUMO

No Brasil, os recursos hídricos chegam a 12% do total de água doce do mundo, o que significa abundância deste recurso considerando apenas o volume. Mesmo abundante, a distribuição é desigual num país de dimensão continental, onde há grande população, há pouca água e onde há baixo índice populacional, grande disponibilidade de água, sendo, ainda que quantidade não é sinônimo de qualidade. No ambiente rural, a principal fonte para obtenção de água é por meio de poços, sendo em sua grande maioria sem outorga, portanto, não se possui conhecimento sobre o estado destas águas quanto a sua qualidade visando os diferentes usos, além das dificuldades que não existem nas zonas urbanas. A falta de acesso à fonte de água potável ainda é uma situação presente na realidade social brasileira, e, particularmente, crítica para parte da população rural, que vive em situação de vulnerabilidade da área, devido as diferenças sociais e a atenção do Estado por meio de políticas públicas. A falta de fiscalização, falta de apoio da gestão e baixíssima cobertura de abastecimento de água em ambientes rurais acarreta assim a falta de segurança hídrica, impactando diretamente na qualidade de vida, e bem-estar da população, além alta propagação de doenças. A região de Ilha Solteira (SP) possui uma extensa área rural, em algumas áreas, apesar da proximidade com a área urbana, há falta de saneamento básico e não há a distribuição de água tratada para as famílias, sendo que estas utilizam a água de poço armazenadas em caixas d'água, sem o devido tratamento prévio para seu consumo. O objetivo deste trabalho foi demonstrar como as análises microbiológicas (*Escherichia coli*) podem contribuir para verificação da segurança hídrica de uma área rural. As amostras foram coletadas em onze propriedades rurais de Ilha Solteira – SP. As análises de *E. coli* foram realizadas com o método Colitag. Na água para consumo humano foi determinada a presença de *E. coli* em algumas propriedades rurais, tornando imprópria para este uso de acordo com Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Nas amostras analisadas para consumo humano, coletadas diretamente das torneiras provenientes das caixas d'água, cerca de 48,5% foram positivas para *E.coli*. A detecção de *E.coli* na água para consumo humano deve-se a falta de saneamento e afeta a segurança hídrica na área rural de Ilha Solteira (SP), o que necessita de soluções visando a eliminação desta contaminação.

Palavras-chave: Água Potável e Saneamento. Assentamento Rural. Doenças de Veiculação Hídrica.

ABSTRACT

In Brazil, water resources reach 12% of the total fresh water in the world, which means an abundance of this resource considering only the volume. Even though it is abundant, the distribution is uneven in a country of continental dimension, where there is a large population, there is little water and where there is a low population index, a large availability of water, although quantity is not synonymous with quality. In the rural environment, the main source for obtaining water is through wells, the vast majority of which are not granted, therefore, there is no knowledge of the status of these waters in terms of their quality, aiming at different uses, in addition to the difficulties that exist in urban areas. The lack of access to the source of drinking water is still a situation present in the Brazilian social reality, and particularly critical for part of the rural population, who live in a situation of vulnerability in the area, due to social differences and the attention of the State through of public policies. The lack of inspection, lack of management support and very low coverage of water supply in rural environments thus leads to a lack of water security, directly impacting the quality of life and well-being of the population, in addition to the high spread of diseases. The region of Ilha Solteira (SP) has an extensive rural area, in some areas, despite the proximity to the urban area, there is a lack of basic sanitation and there is no distribution of treated water to families, which use water from well stored in water tanks, without proper treatment for consumption. The objective of this work was to demonstrate how microbiological analyzes (*Escherichia. Coli*) can contribute to the verification of water security in a rural area. The samples were collected in eleven rural properties in Ilha Solteira - SP. *E. coli* analyzes were performed using the Colitag method. In the water for human consumption, the presence of *E. coli* was determined in some rural properties, making it unsuitable for this use according to Consolidation nº 5, of September 28, 2017. In the samples analyzed for human consumption, collected directly from the taps coming from the water tanks, about 48.5% were positive for *E.coli*. The detection of *E.coli* in water for human consumption is due to the lack of sanitation and affects water security in the rural area of Ilha Solteira (SP), which requires solutions to eliminate this contamination.

Keywords: Water and Sanitation. Rural Settlement. Waterborne Diseases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Indicadores do índice de Segurança Hídrica (ISH)	16
Figura 2 - Localização do Município de Ilha Solteira e o assentamento Estrela da Ilha.	27
Figura 3 - Localização dos pontos de coleta no Assentamento Estrela da Ilha - Ilha Solteira - SP	28
Figura 4 - Frascos de Polietileno utilizados nas coletas.	29
Figura 5 - Demonstração da utilização do teste Colitag.	30
Figura 6 - Teste visual para a detecção de coliformes totais.....	31
Figura 7 - Teste em luz UV, a fluorescência indica a presença de E.coli na amostra analisada.....	31
Figura 8 - Tabela NMP/100mL fornecida junto a kit Colitag.	32
Figura 9 - Tubulação superficial em lote do Assentamento Estrela da Ilha. (A) Presença de animal próximo a tubulação (B) Tubulação que faz ligação entre poço à residência exposta ao solo.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização do atendimento e déficit de acesso ao abastecimento de água nas áreas rurais do Brasil. Fonte: Modificado de FUNASA (2019).....	19
Tabela 2 - Atendimento e déficit por componentes do saneamento para a população residente nas diferentes áreas rurais do Brasil.	20
Tabela 3 - Doenças transmitidas pela água e seus patógenos.....	23
Tabela 4 - Padrão microbiológico da água para consumo humano.	25
Tabela 5 - Coordenadas geográficas dos lotes analisados no Assentamento Estrela da Ilha.	28
Tabela 6 - Tabela NMP/mL de colônias de <i>Escherichia coli</i> em 6 amostras de água para consumo humano realizadas no Assentamento Estrela da Ilha.....	33
Tabela 7 - Valores de pH e Condutividade obtidos na água para consumo humano no Assentamento Estrela da Ilha.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Segurança Hídrica.....	12
1.2	Saneamento básico em áreas rurais.....	17
1.3	Água potável em áreas rurais	18
1.4	Qualidade microbiológica da água	22
2	OBJETIVOS	26
2.1	Objetivo Geral	26
2.2	Objetivos Específicos	26
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1	Caracterização da área	26
3.2	Pontos de Coleta.....	27
3.3	Análise Microbiológica.....	29
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	Análises Microbiológicas	33
4.2	Parâmetros Físicos	35
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6.	CONCLUSÃO.....	39
	APÊNDICE A – RELATÓRIO DE VISITAS ENTREGUE AOS MORADORES DOS ASSENTAMENTOS.....	40
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 Segurança Hídrica

Atualmente, o Brasil possui pouco mais de 200 milhões de habitantes e representa cerca de 3% da população mundial. Os recursos hídricos do Brasil chegam a 12% do total de água doce do mundo, o que significa abundância deste recurso considerando apenas o volume. No entanto este dado não é sinônimo de segurança hídrica.

Por exemplo, em pesquisa realizada por Guimarães, Medeiros e Lima (2016, p.1), em Abaetetuba e Barcarena, que são municípios de grande porte no Estado do Pará, constatou que:

As águas utilizadas para consumo humano na Comunidade Maranhão, onde não há contaminação por poluentes industriais, apresentaram amostras adequadas, com melhora no período seco; já as águas de Vila do Conde, local próximo à atividade industrial, estiveram em ambos os períodos sazonais com qualidade inaceitável para consumo humano. Os principais parâmetros afetados foram o pH e o N-Nitrato, com valores até 25 vezes a referência da legislação brasileira para água de consumo humano.

Segundo Augustoi *et al.* (2012) a disponibilidade de água não é equânime e a desigualmente na distribuição de recursos hídricos se confronta com as diferenças populacionais; o continente mais populoso, a Ásia, concentra 59,8% dos habitantes e 31,6% da disponibilidade total de água doce superficial do planeta. Já a América, possui 13,6% da população mundial e aproximadamente 41% da água disponível.

E, além disso, podemos, por exemplo, citar o caso do Semiárido brasileiro, com algo em torno de 10 milhões de pessoas na zona rural e onde, em muitos locais, se você abrir um poço terá apenas água salobra ou salgada para o abastecimento. Além da distância dos centros urbanos, a impossibilidade da disponibilização de água tratada dos centros urbanos para a zona rural. Muitas vezes, a falta de apoio do Estado, do Poder Público, nas questões rurais.

O conceito de Segurança Hídrica foi definido pela ONU/PNUD (2014), como:

“A capacidade da população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem-estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, garantindo a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associadas à água, bem como a preservação dos ecossistemas”.

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2013), segurança hídrica é reger riscos atrelados à água, incluindo riscos no armazenamento, em seu excesso e poluição, assim como os efeitos que impactam no equilíbrio dos sistemas de água doce. Para Grey e Sadoff (2007), segurança hídrica está relacionado a disponibilidade de água em quantidade e qualidade para a saúde, meios de subsistência, nos ecossistemas e para a produção aceitável, juntamente com um nível aceitável de riscos. Os autores ainda realizam uma comparação com os termos "segurança alimentar" e "segurança energética" que geralmente nos remete a um acesso confiável para as nossas necessidades de alimento e energia.

Em 2013, o Conselho Mundial da Água (World Water Council), estabeleceu que segurança hídrica consiste, inicialmente, na garantia de necessidades essenciais do dia a dia, como saúde e alimento: água para produzir produtos alimentícios e melhorar rendimentos agrícolas; água limpa e segura para ajudar a reduzir doenças de veiculação hídrica. A Organização Mundial da Saúde, segundo Moral (2020), estabelece como valor para atendimento as necessidades básicas 100 litros por dia.

Melo e Johnsson (2017) mencionam que no Brasil, a Lei Federal 9433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e as leis estaduais correspondentes, trazem embutido o conceito de segurança hídrica.

Esta Lei tem por objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos visando o desenvolvimento sustentável e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997). Para a concretização destes objetivos, os instrumentos de gestão previstos em Lei são:

- Planos de Recursos Hídricos, que possui a finalidade de cobrir escalas espaciais e temporais;
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- Outorga de direito de uso da água;
- Cobrança pelo uso da água;
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Brasil possui uma gama de legislações e instrumentos que regem os recursos hídricos, porém quando falamos em segurança hídrica, este tema tem sido discutido amplamente nos últimos anos, devido às situações de alerta sobre a necessidade de cuidar dos corpos hídricos. É possível citar o estado de São Paulo, que passou por uma grande escassez de água no período de 2014 a 2017. Há também o exemplo do Distrito Federal, que como descrito por Lima (2018, p. 24), passou por crise hídrica devido a diversos fatores, antecedentes a situação:

Ao lado do crescimento populacional e da mudança no padrão de urbanização, outro aspecto que auxilia na compreensão do cenário que antecedeu a crise hídrica é a dinâmica recente do uso da terra no DF. As informações mais recentes 15 Capítulo 1 – Dinâmica da população e do uso e ocupação da terra no Distrito Federal demonstram a magnitude da ocupação informal (Segeth/Codeplan, 2016). Dos indicadores que pudessem informar sobre a quantidade de terrenos não registrados é possível verificar que, em março de 2018, o DF possuía 194,4 mil terrenos sem registro, embora, destes, cerca de 80% estivessem inseridos em estratégias de regularização. Até aquele momento, já tinha sido concedida uma quantidade de escrituras que corresponde a 54,1% do total dos terrenos das áreas de regularização fundiária de interesse social definidas no Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT).

Segundo dados, a escassez hídrica se tornará ainda mais grave nos próximos anos devido ao aumento populacional, que deve chegar a 8,3 bilhões de pessoas em 2030 (ONU, 2019).

Além da escassez, diversas regiões brasileiras já sentem diferentes impactos, como o desaparecimento de nascentes e rios, e o aumento da poluição da água. Todos estes fatos estão correlacionados as intervenções antrópicas do ser humano, demandadas pelo crescimento econômico, que gera ampliação da demanda de água, bem como as mudanças climáticas e os seus efeitos nos eventos hidrológicos extremos.

Quando falamos de segurança hídrica, deve-se olhar para o setor de saneamento. No Brasil este apresenta o maior déficit histórico entre as áreas de infraestrutura. Quase metade da população brasileira ainda não é atendida por sistemas de tratamento de esgoto e aproximadamente 17% não contam com acesso à rede de abastecimento de água segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018). Além de contribuir para a insegurança hídrica em relação à qualidade da água (lançamento de rejeitos não tratados), essa deficiência

de cobertura compromete os ecossistemas, a saúde da população e o desenvolvimento econômico.

De acordo com levantamento do Instituto Trata Brasil (2019), o subsolo do país recebe cerca de 4.329 mm³ de esgotos por ano, o que dificulta o tratamento devido a contaminação das águas. Como resultado ocorre diversas complicações na saúde da população por meio de doenças de veiculação hídrica. Acredita-se que no estado de São Paulo, cerca de 6 mil áreas de aquíferos e águas subterrâneas estejam contaminadas (ITB, 2019).

No território brasileiro, a maior fonte de extração de água é por meio de poços tubulares. Estima-se a presença de 2,5 milhões de poços, sendo que 88% deles são clandestinos (Instituto Trata Brasil, 2019), ou seja, não possuem a outorga para utilização da água e, conseqüentemente não possui conhecimento sobre o estado destas águas, quanto a qualidade e disponibilidade. Deve-se levar em conta uma série de questões, tais como o ritmo lento de implementação da PNRH (Política Nacional de Recursos Hídricos), a incorporação, por parte dos cidadãos, incluído os produtores rurais, sobre seus deveres quanto a PNRH, disponibilização de informações por parte dos órgãos gestores; a implementação de todos os instrumentos da Política; o estabelecimento dos Comitês de Bacias etc. Além disso, parte dos agricultores, com consciência de seus deveres, podem tentar se manter na clandestinidade. Outra situação, é do suporte da gestão de recursos hídricos, para a gestão de águas subterrâneas. Se a fiscalização não está chegando, provavelmente nenhum apoio está chegando.

No ano de 2019, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) juntamente com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) desenvolveram o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). Este, por sua vez, apresenta um conjunto de intervenções estruturais e estratégicas para garantia da oferta de água e controle de cheias no Brasil. O Plano analisa os graus de segurança hídrica a partir de um único índice, criado para retratar as diferentes dimensões, sendo elas: humana, ecossistêmica, resiliência e econômica (Figura 1). O Índice de Segurança Hídrica (ISH), reflete os índices de desabastecimento da população e perdas econômicas por falta de água.

Figura 1 - Indicadores do Índice de Segurança Hídrica (ISH).

Indicadores do ISH	
DIMENSÃO	INDICADOR
Humana	Garantia de água para abastecimento humano
Econômica	Garantia de água para irrigação e pecuária Garantia de água para atividade industrial
Ecológica	Quantidade adequada de água para usos naturais Qualidade adequada da água para usos naturais Segurança das barragens de rejeito de mineração
Resiliência	Reservação artificial Reservação natural Potencial de armazenamento subterrâneo Variabilidade pluviométrica

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2019).

O PNSH funcionará como um roteiro para os estados e a união, para que a infraestrutura hídrica possa ser proporcionada até 2035. Acredita-se que para cada R\$1 investido em segurança hídrica, outros R\$ 14,56 poderão ser gerados em benefícios para a população brasileira (ANA, 2019).

Para o âmbito rural, o Plano revisa e aprimora iniciativas do Ministério do Desenvolvimento Regional que trouxeram benefícios à população, exemplo dos programas Água para Todos que é um programa do Governo Federal, que possui medidas preventivas e corretivas contra a seca nas regiões onde a precipitação pluviométrica é escassa, principalmente em áreas rurais – mesmo abrangendo todo o país, o programa dá atenção especial ao semiárido da Região Nordeste do País e ao Norte de Minas Gerais. Há também os programas Água Doce e a Operação Carro-Pipa (OCP) - ação emergencial executada pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec/MDR) e pelo Ministério da Defesa em âmbito nacional, as regiões que sofrem com a estiagem. Todos esses programas permeiam as políticas de governo, se tornando políticas públicas, muitas vezes apenas alterando as denominações.

1.2 Saneamento básico em áreas rurais

Dados mostram que cerca de 46,9% de brasileiros não possuem acesso a coleta de esgoto, e 16,4% não tem água potável disponível (Instituto Trata Brasil, 2019).

O Senado Federal discutiu em 2020 o projeto de lei da Câmara que estabeleceu o novo Marco Regulatório do Saneamento Básico (PL 4.162/2019). O PL foi transformado em Lei Ordinária 14.026/2020 (BRASIL, 2020). O Marco Regulatório menciona a criação de metas de universalização de acesso ao saneamento pelo Brasil. Com isso, o objetivo é chegar o mais perto possível do acesso total da população ao serviço, onde 99% da população brasileira receberia água tratada até 31 de dezembro de 2033.

Como aspectos importantes desse marco regulatório podemos citar:

- A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico passará a operar como reguladora do setor de saneamento, fornecendo diretrizes a serem seguidas por municípios e estados. Ela terá o papel também como reguladora dos serviços públicos de saneamento básico, que abrange as atividades de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem.

- Licitações - o Marco Regulatório possibilitará a ampliação da participação da iniciativa privada no setor. A proposta pretende tornar obrigatória a abertura de licitação quando Estados e municípios contratarem serviços de saneamento. Um ponto a ressaltar é que, contratos firmados após a sanção, deverão conter a comprovação da capacidade econômico-financeira da contratada, com recursos próprios ou por contratação de dívida.

- Blocos de regionalizações - A lei prevê a regionalização do saneamento básico por meio da criação de blocos, onde grupos de municípios, contratarão serviços de forma coletiva, o que garante aos municípios participem de uma única licitação.

- Redução dos lixões - O Marco Regulatório concede um prazo maior para os municípios implementarem aterros sanitários – até 31 de dezembro de 2020. Até essa data, os municípios terão que elaborar planos de gestão de resíduos sólidos, dispondo de taxas ou tarifas para sua sustentabilidade econômico-financeira.

Pode-se destacar que, áreas menos atendidas tanto para água potável como para esgotamento sanitário são as áreas rurais. Na Lei nº. 11.445/2007, o termo rural aparece somente uma vez, no Artigo 48, parágrafo VII, sendo assim descrito:

Art. 48. A União, no estabelecimento de sua política de saneamento básico, observará as seguintes diretrizes:

VII - garantia de meios adequados para o atendimento da população rural dispersa, inclusive mediante a utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares (BRASIL, 2007, Art.48).

Com o Marco Regulatório do Saneamento Básico, no Art. 49 pode-se encontrar a preocupação na inclusão de áreas menos privilegiadas da sociedade, como áreas rurais e pequenas comunidades, a fim de contribuir para o desenvolvimento nacional, reduzir-se-ia desigualdades regionais brasileiras, e influenciar diretamente na geração de emprego e renda, a inclusão social e a elevação da saúde pública (BRASIL, 2019).

Segundo o Art. 52. Parágrafo 1º, o Plano Nacional de Saneamento Básico deverá:

III - Contemplar programa específico para ações de saneamento básico em áreas rurais;

IV - Contemplar ações específicas de segurança hídrica; e

V - Contemplar ações de saneamento básico em núcleos urbanos informais ocupados por populações de baixa renda, quando estes forem consolidados e não se encontrarem em situação de risco. (BRASIL, 2019, Art. 52)

Com este novo Marco, expõe-se a preocupação com pequenas comunidades que hoje são pouco assistidas em questões de segurança hídrica, de modo a assegurar este recurso extremamente importante para a vida.

1.3 Água potável em áreas rurais

O direito à vida, à liberdade e à segurança são alguns direitos adotados pela ONU e seus Estados membros em 1948, com a Declaração Universal dos Direitos Humanos. Em 2010 a Organizações das Nações Unidas (ONU), reconheceu o direito à água limpa e segura como um direito humano essencial para usufruir plenamente da vida e de todos os demais direitos.

Segundo Coelho e Pinheiro (2017), o Brasil se preocupa com a questão dos direitos básicos e adere:

No âmbito internacional, o direito humano à água está intimamente relacionado à garantia de condições básicas necessárias ao desenvolvimento e manutenção da vida humana, presente implicitamente nos arts. 11 e 12 do Pacto de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (1966), do qual o Brasil é signatário através do decreto nº 591 de 1992. O direito à água se vincula a diversas vertentes, incluindo, mas não se limitando ao direito à vida, à saúde, à moradia em condições dignas, à alimentação e a condições de trabalho adequadas e higiênicas.

De acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, atual Portaria de Consolidação 5 de 2017, água potável é aquela que não oferece riscos à saúde e atenda ao padrão de potabilidade estabelecidos por esta portaria. O padrão de potabilidade é conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano (Brasil, 2017).

A FUNASA (2019) descreve os tipos de abastecimento comuns nas áreas rurais do Brasil (Tabela 1).

Tabela 1- Caracterização do atendimento e déficit de acesso ao abastecimento de água nas áreas rurais do Brasil.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
Atendimento adequado	Déficit	
	Atendimento precário	Sem atendimento
Representa a população que: - Em todos os casos, não sofra com intermitência prolongada ou racionamento; - Recebe água potável da rede de distribuição, com ou sem canalização interna; - Recebe água potável de poço ou nascente, com canalização interna; - Apresenta, como solução complementar às outras fontes, a água proveniente de cisterna de captação de água de chuva, com canalização interna ⁽¹⁾ .	Representado pela população que: - Recebe água da rede de distribuição, fora dos padrões de potabilidade e/ ou com intermitência prolongada no fornecimento; - Recebe água de poço ou nascente, mas não possui canalização intradomiciliar, e/ou recebe água fora dos padrões de potabilidade e, ou, está sujeita a intermitência prolongada; - Utiliza água de cisterna de captação de água de chuva que forneça água sem segurança sanitária e/ou em quantidade insuficiente para a proteção à saúde; - Utiliza água de chafariz ou caixa abastecidos por carro pipa.	Todas as situações não enquadradas nas definições de atendimento e que se constituem em práticas consideradas inadequadas ⁽³⁾ .

Fonte: Modificado de FUNASA (2019).

⁽¹⁾ As cisternas de água de chuva aparecem no Censo Demográfico como a forma principal de abastecimento de água, não sendo possível identificar outra(s) forma(s) complementar(es). Entretanto, assume-se que esta é uma solução complementar, tendo em vista que não representa uma solução capaz de atender a todos os usos previstos para a água de consumo humano.

⁽³⁾ A exemplo de: ausência de banheiro ou sanitário; coleta de água em cursos de água ou poços a longa distância; fossas rudimentares; lançamento direto de esgoto em valas, rio, lago, mar ou outra forma, pela unidade domiciliar; ausência de coleta, com resíduos queimados ou enterrados, jogados em terreno baldio, logradouro, rio, lago ou mar ou outro destino pela unidade domiciliar.

Dados do Censo de 2010 publicados pela FUNASA (2019) demonstram que o Brasil possui aproximadamente 40 milhões de pessoas na área rural, com 59,5% da população com atendimento precário ou sem atendimento (Tabela 2).

Tabela 2 - Atendimento e déficit por componentes do saneamento para a população residente nas diferentes áreas rurais do Brasil.

Componentes	Área rural - Classificação, segundo grupos de setores censitários	Atendimento Adequado		Déficit			
				Atendimento precário		Sem atendimento	
		(hab)	%	(hab)	%	(hab)	%
Abastecimento de água ^{1 2}	Aglomerações próximas do urbano (1b, 2 e 4)	5.484.327	55,6	3.549.959	36	836.030	8,5
	Aglomerações mais adensadas isoladas (3)	728.711	56,6	452.602	35,2	106.311	8,3
	Aglomerações menos adensadas isoladas (5, 6 e	2.102.198	46,3	1.423.372	31,3	1.018.890	22,4
	Sem aglomerações, com domicílios relativamente próximos de aglomerações ou isoladores (8)	7.781.219	32,4	7.869.079	32,8	8.374.700	34,9
TOTAL		16.096.455	40,5	13.295.012	33,5	10.335.932	26

Fonte: Modificado de FUNASA (2019).

As formas de abastecimento de água nas residências rurais brasileiras estão divididas em: 55% poço ou nascente, 28% da rede e 17% outras formas, que incluem: carro pipa, cisterna de água de chuva, rio, açude, lago e igarapé (BRASIL, 2021). Contudo, estes poços geralmente são perfurados sem uma análise sobre a qualidade do líquido existente no local. Hoje, aproximadamente 6 mil áreas de aquíferos e águas subterrâneas estão contaminadas no estado de São Paulo (Instituto Trata Brasil, 2019).

Em busca de soluções alternativas para garantia de uma vida digna, moradores de ambientes rurais utilizam águas provenientes de nascentes e poços rasos, formas muito suscetíveis à contaminação (NARCISO E GOMES, 2003) devido à proximidade de animais, disposição inadequada de resíduos sólidos e dejetos, problemas reflexos da falta de assistência técnica, saneamento e conhecimento dos produtores em relação às atividades desenvolvidas (PEREIRA *et al.*, 2011).

A presença de canalização intradomiciliar impacta a qualidade da solução, tendo em vista que proporciona o aumento do consumo de água, favorecendo as práticas de limpeza e higiene nos domicílios. Atualmente 39% dos domicílios na área rural não possuem canalização interna (FUNASA, 2019).

Outra questão impactante é que principal fonte de descarte dos rejeitos orgânicos que geralmente ocorre por meio de fossas rudimentares (64%) (FUNASA 2019), muitas vezes perfuradas sem nenhum estudo prévio, sem o devido respeito as normas de distanciamento para evitar contaminação dos mananciais subterrâneos. De acordo com dados do SNIS (2018) quase 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto.

Para que o esgotamento sanitário seja realizado de forma eficiente é necessário seguir padrões, onde a distância mínima é de 15 metros entre poços e fossas, a fim de evitar contaminações (Ministério da Saúde, 2014). Não obstante, infiltração das fossas inadequadas, defeitos na canalização causam contaminação na água (CONTE et al., 2004) e conseqüentemente o aparecimento de diversas doenças feco-orais. No ano de 2004, a diarreia foi a maior causa de doenças no mundo, com mais de 4 milhões de pessoas em todo mundo (WHO, 2004). Segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) a falta de água limpa mata 1,8 milhão de crianças com menos de 5 anos de idade anualmente.

A falta de acesso à fonte de água potável ainda é uma situação presente na realidade social brasileira, e, particularmente, crítica para a população rural, que vive em situação de vulnerabilidade.

De acordo com (Brasil, 2017), toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual, compreendem o abastecimento que atenda domicílios com uma única família, incluindo agregados, independentemente da forma de acesso, deve estar sujeita à observação da qualidade. Conforme o artigo seguinte, entende-se como “solução alternativa coletiva” a categoria de abastecimento destinada a fornecer água potável com captação superficial ou subterrânea, com ou sem canalização e sem rede de distribuição, que atenda a mais de uma família.

A falta de fiscalização e baixíssima cobertura de abastecimento de água em ambientes rurais acarreta assim a falta de segurança hídrica, com impacto direto na qualidade de vida, e bem-estar da população, além da alta propagação de doenças.

Pessoas que utilizam águas de poços rasos na região sudoeste da Nigéria também encontram esse tipo de problema. Martins *et al.* (2018) relatam que estas fontes não são adequadamente reguladas ou monitoradas por órgãos do governo, onde as populações pobres e idosas nas áreas rurais, são as mais afetadas.

No entanto, em alguns casos, a contaminação da água ocorre fora do poço, como em reservatórios metálicos perfurados ou às vezes, em caixas d'água quebradas, sem tampa ou sem limpeza periódica.

A falta de saneamento ambiental adequado é considerada com um dos fatores fundamentais para a poluição da contaminação das águas para o abastecimento humano, o que contribui para os casos de doenças de veiculação hídrica (SOUZA; PAIVA, 2018). A situação encontrada em áreas rurais de Ilha Solteira é comum também em outras localidades rurais brasileiras. Porém, enfatiza-se que os moradores de áreas rurais devem também ser responsáveis pelo seu ambiente, sendo protagonistas para uma melhor qualidade de vida para sua família.

Quando se trata dos requisitos operacionais de soluções coletivas para o abastecimento de água, menciona a importância de realizar manutenção periódica da integridade física e estrutural de reservatórios e redes de distribuição (FUNASA, 2019).

Morais *et al.* (2017) detectaram a presença de *Escherichia coli* em cisternas do semiárido sergipano, tornando a água imprópria para consumo sem prévia desinfecção.

Em contrapartida, as áreas urbanas também podem estar sujeitas a problemas no armazenamento da água. Martins *et al.* (2015) detectaram baixos valores de *E. coli* em água da torneira de uma escola urbana em Uberlândia - MG.

Qualidade e quantidade são características interligadas a água, e mesmo sendo um direito universal, parte da população busca por soluções alternativas para conseguir o mínimo para as atividades diárias.

1.4 Qualidade microbiológica da água

Sabe-se que a água é essencial e imprescindível à vida, entretanto, devido a inúmeras adversidades, principalmente ligadas a proteção dos recursos hídricos, a água acaba sendo veículo para a disseminação de diversas doenças, "Tabela 3".

Dados do Instituto Trata Brasil (2019) revelaram que por ano cerca de 233.880 pessoas foram internadas devido a doenças de veiculação hídrica. A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006) apontou que 94% dos casos de diarreia no mundo ocorrem devido à falta de acesso à água de qualidade e o

saneamento precário. Hoje, a diarreia é a segunda causa de morte em crianças com menos de cinco anos no mundo (WHO, 2006).

Tabela 3 - Doenças transmitidas pela água e seus patógenos.

Doenças	Agentes Patogênicos
Origem Bacteriana: Febre tifoide e paratifoide Disenteria bacilar Cólera Gastroenterites agudas e Diarreias	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A e B</i> <i>Shigella sp</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli enterotóxica</i> <i>Campylobacter</i> <i>Yersinia enterocolítica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
Origem viral: Hepatite A e E Poliomielite Gastroenterites agudas e crônicas	<i>Vírus da hepatite A e E</i> <i>Vírus da poliomielite</i> <i>Vírus Norwalk</i> <i>Rotavirus</i> <i>Enterovirus</i> <i>Adenovirus</i>
Origem parasitária: Disenteria amebiana Gastroenterites	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giárdia lâmblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

Fonte: OPAS (1999).

Existem diversas normas e padrões acerca da potabilidade da água afim de guiar o monitoramento microbiológico. Um dos fortes indicadores de contaminação da água é a presença do grupo coliforme (BRASIL, 2017).

Os Coliformes são um grande grupo de bactérias, segmentados em “Totais” e os “Termotolerantes” (CERETTA, 2004). O primeiro grupo é composto por bactérias gram-negativas, que não esporulam, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de

ácido, gás e aldeído a 35°C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β – galactosidase, a maioria destas bactérias pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* (FUNASA, 2013).

Os “Termotolerantes”, são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Neste grupo encontramos a bactéria gram-negativa, *Escherichia coli*, bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae* caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. produz indol a partir do aminoácido triptofano (BRASIL, 2005). É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas.

A FUNASA (2013) menciona que razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- a. São encontradas nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos;
- b. São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- c. Sua concentração na água contaminada possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal desta;
- d. Tem maior tempo de sobrevivência na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas;
- e. São mais resistentes aos agentes tensoativos e agentes desinfetantes do que bactérias patogênicas;

A detecção e quantificação de todos os micro-organismos patogênicos potencialmente presentes na água é trabalhosa, demanda tempo, os custos são elevados e nem sempre se obtêm resultados positivos ou que confirmem a presença dos micro-organismos.

A *Escherichia coli* é o micro-organismo utilizado nas análises de água das companhias de abastecimento do Brasil para as redes de distribuição. No entanto, caso as pessoas não estejam ligadas à rede ou a algum sistema de abastecimento alternativo, a análise dificilmente será realizada.

De acordo com Brasil (2017), a água para consumo humano deve estar conforme o padrão estabelecido, onde a *E.coli* não deve ser encontrada em 100 mL da água analisada. (Tabela 4).

Tabela 4 - Padrão microbiológico da água para consumo humano

Tipo de água		Parâmetro		VMP (1)
Água para consumo humano		Escherichia coli (2)		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistema ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

(1) Valor Máximo Permitido; (2) Indicador de contaminação Fecal; (3) Indicador de eficiência de tratamento; (4) Indicador de integridade de distribuição (reservatório e rede). Fonte: Brasil, 2017 (modificado).

Os agricultores possuem a ilusão de que as águas provenientes de poços ou nascentes são de ótima qualidade, sendo assim, não possuem preocupação com ela, ingerindo-a sem nenhum tratamento prévio ou mesmo fervura. Entretanto, vale ressaltar que a contaminação não é apenas visual, existem diversos contaminantes não visíveis a olho nu, que vão desde microrganismos, compostos orgânicos, inorgânicos e químicos.

A região de Ilha Solteira possui área rural com predominância de áreas de assentamentos. Algumas áreas, apesar da proximidade com a área urbana, não possuem saneamento básico e não há a distribuição de água tratada para as famílias. Estas utilizam a água de poço armazenada em caixas d'água, sem o devido tratamento prévio para seu consumo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho de extensão foi demonstrar como as análises microbiológicas (*E. coli*) podem contribuir para verificação da segurança hídrica em uma área rural.

Uso de *Escherichia coli* como indicador de segurança hídrica numa área rural.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a presença de Coliformes Termotolerantes (*Escherichia coli*) pH e condutividade nas águas para consumo humano (água das torneiras) em propriedades do Assentamento Estrela da Ilha, Ilha Solteira – SP;
- Avaliar as desconformidades perante padrões de potabilidade e comunicar a população sobre os riscos à saúde humana.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O assentamento “Estrela da Ilha”, coordenadas geográficas 20°25'11"S 51°17'45"W, está situado na Região Noroeste do estado de São Paulo, no município de Ilha Solteira (Figura 2). Este Assentamento foi criado em 25/02/2005 na antiga fazenda São José da Barra que foi desapropriada para fins de Reforma Agrária. O assentamento possui uma área de 2.855,886 ha, composto por 210 lotes (INCRA, 2020).

O assentamento “Estrela da Ilha”, apesar da proximidade com a área urbana não possui a estrutura de saneamento básico. Toda a água consumida é proveniente de poços, sendo alguns coletivos e outros individuais na propriedade. A maioria destes poços possuem uma profundidade de 40m de acordo com dados fornecidos pelos agricultores. A água retirada dos poços não possui nenhum tratamento prévio e são armazenadas em caixas d'água antes de serem consumidas.

O esgotamento sanitário é realizado pelos próprios moradores, onde fossas sépticas são utilizadas, segundo os agricultores.

Figura 2 - Localização do Município de Ilha Solteira e o assentamento Estrela da Ilha.



Fonte: Modificado Google Maps (2020).

3.2 Propriedades amostradas

Foram realizadas nos anos de 2016, 2017 e 2018 em 11 propriedades rurais de Ilha Solteira – SP, distribuídas no Assentamento Estrela da Ilha.

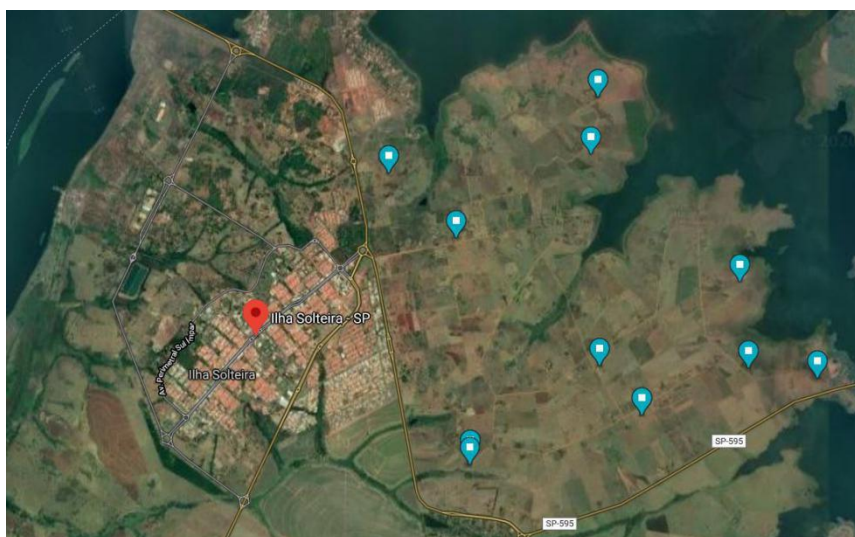
A escolha das propriedades a serem analisadas foram feitas de maneira aleatória, por meio de uma visita prévia (Tabela 5). Dessa forma a autorização verbal era utilizada para realização do trabalho.

Tabela 5 - Coordenadas geográficas das propriedades amostradas no Assentamento Estrela da Ilha

Lote	Coordenadas(S)	Coordenadas (W)
4	20°24'22.9"S	51°19'33.4"W
10	20°24'52.9"S	51°19'00.3"W
27	20°23'47.5"S	51°17'50.1"W
33	20°24'14.0"S	51°17'53.7"W
72	20°26'34.2"S	51°18'53.1"W
80	20°26'37.5"S	51°18'53.4"W
101	20°26'14.7"S	51°17'28.5"W
116	20°25'57.8"S	51°16'01.8"W
124	20°25'53.0"S	51°16'35.9"W
130	20°25'13.4"S	51°16'40.1"W
150	20°25'51.9"S	51°17'49.3"W

Fonte: Modificado Google Maps (2020).

Figura 3 - Localização dos pontos de coleta no Assentamento Estrela da Ilha - Ilha Solteira - SP



Fonte: Modificado Google Maps (2020).

Para a coleta de amostra de água nas torneiras das residências, utilizou-se a recomendação da APHA (1998), onde foi realizada a assepsia das torneiras, sendo a água escoada por cerca de 3 minutos e posteriormente coletada nos frascos de polietileno (Figura 4).

Figura 4 - Frascos de Polietileno utilizados nas coletas



Fonte: Própria Autora.

Em cada propriedade foram realizadas seis coletas de água ao longo de um ano (Resolução CONAMA 357/05), todas em duplicata e transportadas ao Laboratório de Saneamento da Engenharia Civil para determinação de pH. Posteriormente foram levadas ao Laboratório de Biotecnologia no Campus II, da Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira – UNESP, para realização da condutividade e o teste COLITAG, para determinação de *E. coli*.

3.3 Análise Microbiológica

A concentração de coliformes presentes na água utilizada para consumo humano, pode ser determinada pela metodologia Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, publicado pela American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF) (2012).

Para a análise microbiológica utilizou-se o teste COLITAG, que detecta em apenas 24 +/- 2 horas a presença e ausência de Coliformes totais e *E.coli*, no formato de Número Mais Provável (MNP), tal como especificado no Método Padrão 9221.

O Colitag utiliza apenas os substratos orto-nitrofenil- β -D galactopiranosídeo (ONGP) e o 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo (MUG), para obter resultados mais rápidos e precisos (COLITAG, 2017), sem a necessidade de vários reagentes.

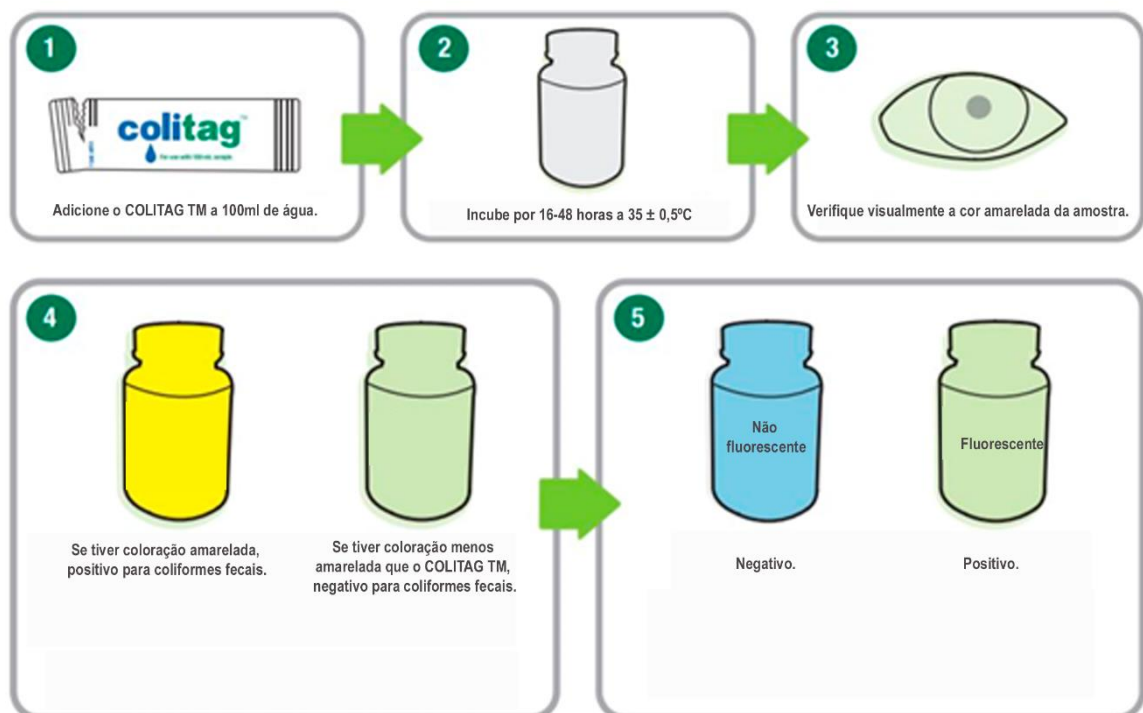
De acordo com o fabricante, o produto realiza a reativação e posterior detecção de *E. coli* danificadas.

Segundo Fernandes e Gois (2015) a enzima β -galactosidase, presente nos coliformes totais, decompõe o ONPG, que é incolor, alterando assim a coloração do meio para amarelado (teste visual). Já a enzima β -glucoronidase, presente na *E. coli*, decompõem o MUG, tornando o meio fluorescente, podendo ser identificado com a luz UV.

Na Figura 5 é possível observar como é realizado o teste Colitag. Primeiramente é separado uma amostra de 100 mL da água para análise, o substrato é diluído nesta amostra. Tubos de rosca preta foram utilizados para realizar as análises, sendo para cada diluição utilizados 5 tubos de acordo com a tabela do COLITAG. A primeira alíquota é de 10 ml (5 tubos), 1 mL (5 tubos) e 0,1 mL (5 tubos). Após este processo, a amostra é incubada à 35° C por 24 horas.

Após a incubação é realizado o teste visual (Figura 6). Caso haja mudança de coloração na amostra, o resultado é positivo para presença de Coliformes Totais.

Figura 5 - Demonstração da utilização do teste Colitag.



Fonte: Colitag (2020).

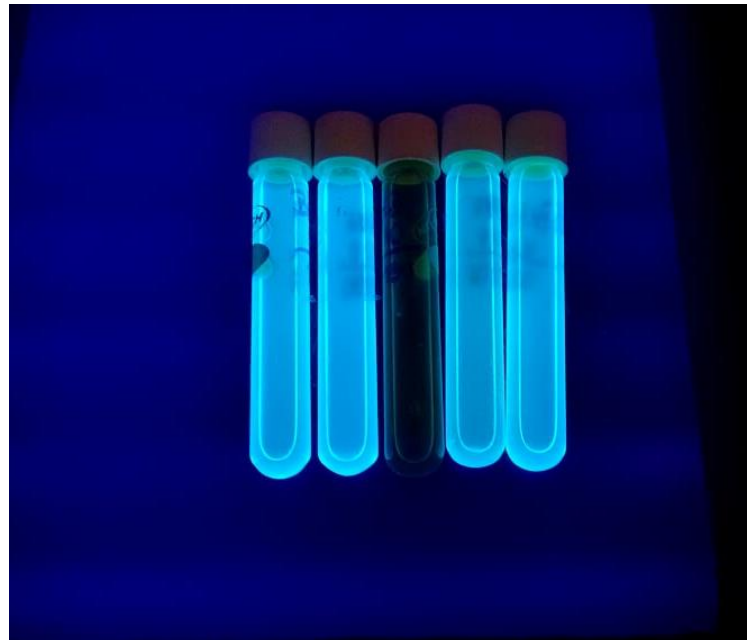
Figura 6 - Teste visual para a detecção de coliformes totais



Fonte: Própria Autora.

Para o segundo teste foi necessária a utilização de luz ultravioleta (UV), pois ocorrendo a fluorescência em algum dos tubos a presença da *Escherichia coli* foi confirmada (Figura 7).

Figura 7 - Teste em luz UV, a fluorescência indica a presença de *E.coli* na amostra analisada



Fonte: Própria Autora.

A partir do resultado com o teste de luz UV (Figura 8), foi possível a identificação o “Número Mais Provável” (NMP) de colônias de *E.coli* em 100 mL de

amostra. O kit COLITAG fornece a tabela de Número Mais Provável (NMP) de acordo com as suas diluições.

Figura 8 - Tabela NMP/100mL fornecida junto com o kit Colitag.

# of Positive Wells	MPN/100ml		# of Positive Wells			MPN/100ml	# of Positive Wells			MPN/100ml	# of Positive Wells			MPN/100ml	# of Positive Wells			MPN/100ml				
	L	S	L	M	S		L	M	S		L	M	S		L	M	S					
0	0	0	1	0	0	2	0	0	5	3	0	0	8	4	0	0	12	5	0	0	24	
0	0	1	1	0	0	4	2	0	7	5	0	1	11	4	0	1	17	5	0	1	31	
0	0	2	1	0	1	6	3	0	9	5	0	2	14	4	0	2	21	5	0	2	43	
0	0	3	1	0	2	8	4	0	11	5	0	3	17	4	0	3	25	5	0	3	58	
0	0	4	1	0	3	10	5	0	13	5	0	4	20	4	0	4	30	5	0	4	78	
0	0	5	1	0	4	12	6	0	15	5	0	5	23	4	0	5	36	5	0	5	99	
0	1	0	1	0	0	4	2	1	7	5	1	0	11	4	1	0	17	5	1	0	33	
0	1	1	1	1	1	6	3	1	9	5	1	1	14	4	1	1	21	5	1	1	46	
0	1	2	1	1	2	8	4	1	11	5	1	2	17	4	1	2	26	5	1	2	63	
0	1	3	1	1	3	10	5	1	13	5	1	3	20	4	1	3	31	5	1	3	84	
0	1	4	1	1	4	12	6	1	15	5	1	4	23	4	1	4	37	5	1	4	110	
0	1	5	1	1	5	14	7	1	17	5	1	5	27	4	1	5	43	5	1	5	130	
0	2	0	1	2	0	6	2	2	0	9	3	2	0	14	4	2	0	22	5	2	0	46
0	2	1	1	2	1	8	3	2	1	11	4	2	1	17	4	2	1	26	5	2	1	70
0	2	2	1	2	2	10	4	2	2	13	5	2	2	20	4	2	2	32	5	2	2	96
0	2	3	1	2	3	12	5	2	3	15	5	2	3	24	4	2	3	38	5	2	3	120
0	2	4	1	2	4	14	6	2	4	17	5	2	4	27	4	2	4	44	5	2	4	150
0	2	5	1	2	5	16	7	2	5	19	5	2	5	31	4	2	5	50	5	2	5	180
0	3	0	1	3	0	8	2	3	0	11	3	3	0	17	4	3	0	27	5	3	0	78
0	3	1	1	3	1	10	3	3	1	13	4	3	1	21	4	3	1	33	5	3	1	116
0	3	2	1	3	2	12	4	3	2	15	5	3	2	24	4	3	2	39	5	3	2	140
0	3	3	1	3	3	14	5	3	3	17	5	3	3	28	4	3	3	45	5	3	3	180
0	3	4	1	3	4	16	6	3	4	19	5	3	4	31	4	3	4	51	5	3	4	210
0	3	5	1	3	5	18	7	3	5	21	5	3	5	35	4	3	5	57	5	3	5	250
0	4	0	1	4	0	10	2	4	0	15	3	4	0	21	4	4	0	34	5	4	0	150
0	4	1	1	4	1	12	3	4	1	17	4	4	1	24	4	4	1	40	5	4	1	170
0	4	2	1	4	2	14	4	4	2	19	5	4	2	28	4	4	2	47	5	4	2	210
0	4	3	1	4	3	16	5	4	3	21	5	4	3	32	4	4	3	54	5	4	3	260
0	4	4	1	4	4	18	6	4	4	23	5	4	4	36	4	4	4	62	5	4	4	330
0	4	5	1	4	5	20	7	4	5	25	5	4	5	40	4	4	5	70	5	4	5	400
0	5	0	1	5	0	12	2	5	0	17	3	5	0	25	4	5	0	43	5	5	0	240
0	5	1	1	5	1	14	3	5	1	19	4	5	1	28	4	5	1	48	5	5	1	330
0	5	2	1	5	2	16	4	5	2	21	5	5	2	33	4	5	2	56	5	5	2	440
0	5	3	1	5	3	18	5	5	3	23	5	5	3	37	4	5	3	64	5	5	3	520
0	5	4	1	5	4	20	6	5	4	25	5	5	4	41	4	5	4	72	5	5	4	600
0	5	5	1	5	5	24	7	5	5	32	5	5	5	45	4	5	5	81	5	5	5	780

* If the largest/16th well is also negative, the MPN/100 mL value is <1; if the 16th well is positive, the MPN/100 mL value is 1.

Fonte: Contribuição da Autora (2020).

4. Resultados e Discussões

4.1 Análises Microbiológicas

A Portaria de Consolidação N^o 5 do Ministério da Saúde de 2017 que menciona que a água para consumo humano não deve ocorrer a presença de Coliformes Totais ou Termotolerantes (*E. coli*). Porém, nas amostras analisadas para consumo humano, coletadas diretamente das torneiras provenientes das caixas d'água, cerca de 48,5% foram positivas para *Escherichia coli*.

Tabela 6 - Tabela NMP/mL de colônias de *Escherichia coli* em 6 coletas de água para consumo humano realizadas no Assentamento Estrela da Ilha, realizadas ao longo de 1 ano.

LOTE	ÁGUA	1ª COLETA	2ª COLETA	3ª COLETA	4ª COLETA	5ª COLETA	6ª COLETA
4	CAIXA	2	58	19	170	5	70
10	CAIXA	4	0	11	0	0	0
27	CAIXA	14	>1600	220	0	0	5
33	CAIXA	27	0	0	270	17	0
72	CAIXA	11	17	10	14	0	0
80	CAIXA	0	10	0	120	0	0
101	CAIXA	24	0	0	0	0	0
116	CAIXA	0	0	0	62	0	2
124	CAIXA	0	5	2	13	0	9
130	CAIXA	0	0	0	2	0	14
150	CAIXA	24	0	0	0	0	0

Fonte: Contribuição da Autora (2020).

Deve-se observar que a água dos poços era geralmente conduzida por tubulação e armazenada em caixas d'água metálicas ou polietileno, para posterior distribuição sendo posteriormente distribuída para os seres humanos. Não foi incomum proprietários relatarem que não utilizam nenhum tipo de tratamento prévio antes do consumo, pois acreditam que a água é “boa”, e possui uma ótima qualidade. Porém, deve-se ressaltar que a contaminação da água não é apenas visual.

Durante as conversas informais, proprietários mencionaram a falta de limpeza nas caixas d'água internas ou externas, que podem ser fatores potencialmente contaminadores. Além disso, não existe a manutenção para saber se há rachaduras

ou problemas nas mesmas. Soma-se a esse fato as tubulações superficiais de distribuição de água no lote, que podem ser quebradas ou fissuradas por pisoteio de animais ou passagem de carros. No momento da visita também foi visível a presença de dejetos animais e em alguns momentos animais pequenos em estado de decomposição ao lado destas tubulações (Figura 9), o que amplifica o potencial de contaminação da água para consumo humano.

Cavalcante (2014), menciona a contaminação nas caixas d'água em comunidades do semiárido alagoano discorrendo que a presença de *E. coli* ocorreu quando a caixa d'água se encontrava sem limpeza há algum tempo e não possuía tampa, sendo identificado como local de contaminação.

Silva *et al.* (2016), em estudo desenvolvido em Bom Jesus do Itabapoana-RJ detectou presença de *E. coli* com duas possíveis possibilidades de contaminação da água: a saída de água esteja entupida ou suja, e a limpeza nas caixas de armazenamento.

Figura 9 - Tubulação superficial em lote do Assentamento Estrela da Ilha. (A) Presença de animal próximo a tubulação (B) Tubulação que faz ligação entre poço à residência exposta ao solo.



Fonte: Contribuição da Autora (2020).

Morais *et al.* (2017) mencionam que presença de *E. coli* nas cisternas do semi-árido sergipano pode estar relacionada com o manejo dos usuários na retirada da água armazenada, realizada com baldes.

Assim, a limpeza periódica de caixas d'água, manutenção de tubulações, cuidados com perfurações e falhas nas tampas das caixas podem ser fatores de contaminação da água.

Diante estes resultados, destaca-se a importância de ações de sensibilização junto aos moradores sobre a qualidade da água e a sua correlação com saúde, assim como medidas básicas que devem ser implementadas referentes ao saneamento. Indica-se ainda o auxílio para implementação de medidas que levem à melhoria da qualidade da água utilizada, como exemplo, cloração

Vale ressaltar que através destas pequenas ações consegue-se reduzir grande parte das doenças gastrointestinais.

Em termos de segurança hídrica, nas 11 propriedades estudadas, todas apresentaram valores de *E. coli* na água para consumo humano em pelo menos uma amostra e os proprietários não realizavam a fervura e nem a filtração dessa água. Dessa forma, as propriedades não apresentavam segurança hídrica em termos microbiológicos.

4.2 Parâmetros auxiliares

A Tabela 6 demonstra os valores de pH e condutividade da água das propriedades amostradas, utilizando os valores da resolução 357/05 (Ministério da Saúde).

De acordo com SPERLING (1999), o pH é a concentração de íons hidrogênicos H^+ e íons OH^- , podendo indicar uma água ácida, alcalina ou neutra. As variações no pH podem ser naturais (como as provocadas pela dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese), ou causadas por ações adversas provenientes de atividades antropogênicas, (despejos domésticos em que ocorre a oxidação da matéria orgânica, ou ainda por despejos industriais, que trabalham com vários processos químicos durante o seu processo produtivo).

Tabela 7. Valores de pH e Condutividade obtidos na água para consumo humano no Assentamento Estrela da Ilha

Lote	ÁGUA	1ª COLETA		2ª COLETA		3ª COLETA		4ª COLETA		5ª COLETA		6ª COLETA	
		pH	C	pH	C	pH	C	pH	C	pH	C	pH	C
4	TORNEIRA	6,0	116	6,16	111,7	6,5	106	6,8	101,7	6,9	163,3	6,3	114,8
10	TORNEIRA	7,5	59,5	7,29	57,3	7,8	77,6	7,4	60,2	6,9	61,2	7,9	60
27	TORNEIRA	7,4	119,2	7,33	144,3	7,4	144,6	7,4	136,7	7,9	142,8	7,5	186,8
33	TORNEIRA	7,3	188	7,51	207	7,5	253	7,3	230	7,7	232	7,6	338
72	TORNEIRA	6,2	33	6,5	43,5	7,7	37,8	6,4	35,2	7,7	33,9	7,5	36,1
80	TORNEIRA	6,3	31,8	6,5	31,2	6,4	33,7	6,9	34,4	6,3	34,7	6,7	33,2
101	TORNEIRA	6,4	67	5,6	49,5	6,1	43,4	7,3	53,5	6,1	57,9	6,7	52,2
116	TORNEIRA	7,5	278	7,4	310	7,1	332	7,3	301	7,3	324	7,2	331
124	TORNEIRA	7,3	177,3	7,34	185,4	7,2	192,8	7,8	258	7,3	195,8	7,3	200
130	TORNEIRA	7,5	285	7,69	300	7,1	315	7,6	278	7,4	287	7,3	293
150	TORNEIRA	6,5	45	7,5	47,6	7,9	57,3	7,5	39,7	6,4	43,3	7	44,1

pH= potencial hidrogeniônico; C= Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$); Valores estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/2005. pH: 6,0 a 9,0 – CONAMA 357/2005. Fonte: CONAMA (2005).

O pH não apresentou ameaças quando relacionado a saúde, contando que seu valor não extrapole índices extremamente altos ou baixos, podendo provocar irritações nos olhos e na pele.

Os valores de pH das amostras analisadas estão dentro dos padrões de conformidade estabelecidos por Brasil (2017), na faixa entre 6,0 a 9,5. Esse parâmetro tem como objetivo diminuir os impactos dos problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA E SAÚDE, 2017).

A condutividade é a capacidade de a água conduzir corrente elétrica. Águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (FUNASA, 2014). Existem alguns íons que impactam diretamente os valores de condutividade elétrica sendo conhecidos como macronutrientes, incluindo o cálcio, magnésio, potássio, e sódio, além de carbonato, sulfato e cloreto (ZILMER *et al.*, 2007). Von Spearling (1996) defende que a condutividade elétrica não é parâmetro de legislação para qualidade da água de dessedentação animal, porém níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados, lançamentos de efluentes e pode indicar uma característica corrosiva da água (CESTESB, 2009).

De acordo com o relatório nº40.675 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1999), á medida que mais sólidos são dissolvidos na água, a condutividade

especifica aumenta. Por tanto, olhando para os dados desta pesquisa em relação a condutividade, possível correlacionar a região rural de Ilha Solteira com o tipo de rocha formadora de solo na área, que é de origem sedimentar, assim influenciando na quantidade de sólidos dissolvidos na água, principalmente pela presença de carbonatos.

Em termos de pH e condutividade, as águas das 11 propriedades analisadas não apresentaram valores em desacordo com as referências para qualidade de água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto de Pesquisa e Extensão trouxe uma maior visão de que a partir da ampliação do acesso ao saneamento básico na zona rural e conscientização destes agricultores é possível reduzir possíveis casos de infecções devido as doenças de veiculação hídrica.

Ressalta-se que após a realização da sexta coleta e posterior análise, foram entregues aos moradores os resultados das análises da água (APÊNDICE A), onde indicações de como zelar da qualidade da água de sua propriedade foram incluídas em um relatório. Dentre estas indicações foram inseridas informações sobre a limpeza mensal da caixa d'água, cuidados com as tubulações, fervura da água e adição de hipoclorito de sódio na água de consumo humano.

O documento (APÊNDICE A) é intuitivo auxiliando-os no entendimento dos resultados, onde vermelho mostra que há presença da bactéria *E. coli* e a cor verde demonstra a ausência da bactéria. Além disso há figuras que demonstram passo a passo como deve ser realizado a desinfecção da água.

Sugere-se também a leitura do ABC da Agricultura Familiar: Saneamento básico rural, que consiste numa publicação em linguagem básica, voltado aos agricultores, que explica como construir clorador, fossa séptica biodigestora e jardim filtrante.

Foi constatado, por meio das avaliações e conversas com os produtores rurais que muitos desconhecem a qualidade da água que consomem e oferecem aos seus familiares, por acreditarem na qualidade das águas. Este trabalho de Pesquisa e Extensão foi realizado por 3 anos e financiado pela PROEX, cumpriu o

papel de estudar a qualidade da água oferecida a população, e de fornecer a estas famílias informações e procedimentos para a manutenção da qualidade da água.

Vale lembrar que se deve trazer a consciência destes proprietários sobre os reais riscos que correm ao consumir água contaminada com micro-organismos de origem fecal, uma vez que, a contaminação pode vir de seu próprio local, assim como, no caso das águas tratadas, também no trajeto entre a rede de distribuição até a residência.

Pelas conversas, pouco se sabe se a perfuração dos poços e fossas nas propriedades, seguiram as exigências necessárias para garantir a qualidade da água e do esgotamento sanitário. Também não houve nenhum tipo de fiscalização para saber se essas estruturas foram realizadas de modo adequado.

Assim, é necessário uma maior atenção e um trabalho intenso de fiscalização e um programa para fornecer suporte as estas famílias.

Nunca ocorreu a realização de análise da qualidade da água para consumo humano nas 11 propriedades que foram envolvidas no presente estudo.

Em alguns casos, após as visitas os proprietários acabam seguindo seus antigos hábitos, deixando de lado as recomendações que foram indicadas durante a pesquisa. Segundo Peter Sange (1990) em seu livro “A Quinta Disciplina” traz que o Homem só muda a partir do momento que ele tem um gatilho que instiga mudança. No momento que os assentados do Assentamento Estrela da Ilha, Ilha Solteira – SP, visualizarem o hiato existente entre a visão de futuro, “como o ambiente dele está” e “como ele gostaria que estivesse” cria-se o ambiente de transformação, chamado tensão criativa. É como se houvesse um elástico esticado entre sua visão e a realidade atual. Quanto mais distante estão uma da outra, maior é a tensão no elástico. A tensão criativa é essa força gerada pela tensão no elástico que nos move em direção ao mundo desejado.

Uma sugestão seria a realização de novos estudos para entender como fornecemos esta visualização de futuro comparando as atitudes de hoje e auxiliar em uma cultura para suportar a mudança de comportamento destes moradores, impactando no engajamento para uma busca de bem-estar e qualidade de vida.

6. CONCLUSÕES

A presença de *Escherichia coli* na água para consumo humano decorre da falta de saneamento e afeta a segurança hídrica na área rural avaliada de Ilha Solteira. Os resultados indicam que a falta de limpeza e manutenção das caixas d'água, relacionado com encanamentos superficiais expostos, favorecem a contaminação da água. Além disso a água oriunda das torneiras externas, ou seja, sem o devido tratamento, são comumente utilizadas para o consumo humano, o que também podem ser um fator de contaminação por *E. coli.*, se caso a água estiver contaminada. Os valores de pH não estavam em desacordo com os valores de referência, relacionado com encanamentos superficiais expostos.

APÊNDICE A – Modelo do relatório de visita entregue aos moradores do assentamento Estrela da Ilha



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de
Mesquita Filho”
Faculdade de Engenharia
Campus de Ilha Solteira
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e
Solos**

Projeto de Extensão

**Avaliação do potencial de contaminação da água em
área rural**

2017
Relatório de visita

Docentes: Maurício Augusto Leite
Heloiza Ferreira Alves do Prado
Carolina Buso Dornfeld
Fernando Braz Tangerino Hernandez

Alunas:
Fernanda Azevedo Dias – **Bolsista PROEX**
Isabela Lima

Visitas: 02/05/2015 a 08/05/2017 – (= 6 coletas)

Produtor: xxxxx

Local: Assentamento Estrela da Ilha.

Lote: 33

Área: 14 hectares.

Água utilizada na propriedade: Poço.

Criação de Animais: Sim.

Irrigação: Não.

Coleta de água: Torneira, bebedouro e caixa d'água (Torneira).

Figura 1: Imagem de Satélite do lote.



A água foi coletada diretamente em frascos de polietileno, sendo armazenados em isopor a 4°C para posterior análise no Laboratório de Microbiologia da FEIS.

Parâmetros analisados

- Presença ou ausência de coliformes fecais (*E. coli*);
- pH;
- Condutividade.

Resultados

	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	7,53	200	0
Poço	7,0	187	0
Torneira	7,31	188	27
	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	7,09	216	0
Poço	7,08	199	0
Torneira	7,51	207	0
	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	7,94	249	9
Poço	7,31	217	0
Torneira	7,57	253	0
	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	7,88	248	17
Poço	7,25	221	0
Torneira	7,36	230	270
	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	7,52	301	>1600
Poço	7,61	233	0
Torneira	7,78	232	17
	pH	Condutividade	Resultado*
Bebedouro	8	250	0
Poço	7,6	363	46
Torneira	7,7	338	0

- Vermelho – presença de *E.coli* na água
- Verde – ausência de *E.coli* na água

Recomendações feitas durante a visita:

- Água para consumo de Seres humanos:

Sempre filtre e ferva a água antes de beber. Isso elimina vírus, bactérias ou parasitas que podem causar doenças. Utilizar o hipoclorito de sódio que é comumente conhecido como Ki-boia ou Cândida, pode ser utilizado como método contra bactérias que podem causar doenças.

Mas como utilizar? Adicionar 2 gotas do produto em 1 litro de água 30 minutos antes de bebê-la. É preciso ainda deixar o recipiente tampado para que o produto possa agir e deixar a água adequada para o consumo.



Fonte: Folha da Minha Sampa (2012)

- Água para consumo de animais:

Assim como nós, os animais também necessitam de água tratada para o seu bem-estar. Se os seus animais não bebem água de boa qualidade a sua produtividade de leite, ovos e carne será menor. Ele poderá ficar mais vezes doente e enfraquecido.

Para o tratamento dos bebedouros é necessária uma limpeza semanal, que consiste na retirada da água e a limpeza com água e sabão.



Para saber mais:

<http://www.feis.unesp.br/#!/departamentos/fitossanidade-engenharia-rural-e-solos/proex/>

Contatos:

Maurício Augusto Leite

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. **Programa das nações unidas para o meio ambiente**. 2.ed. Brasília: ANA, 2013.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Falta de água potável no mundo aparece relacionada a 80% das mortes e doenças. **Portal ANA**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/falta-de-a-gua-pota-vel-no-mundo-aparece.2019-03-14.1777251782>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Mudanças climáticas e recursos hídricos. **Portal ANA**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Plano nacional de segurança hídrica. **Portal ANA**. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC, 2012.

APHA. **Standard Methods**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC, 1998.

AUGUSTOI, Lia Giraldo da Silva; GURGELI, Idê Gomes Dantas; NETOI, Henrique Fernandes Câmara; MELOII, Carlos Henrique de; COSTA, André Monteiro. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciênc. Saúde Coletiva**. vol.17 no.6. Rio de Janeiro: Junho 2012. ISSN 1413-8123.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 4.162, de 31 de dezembro de 2019**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1787462&filename=PL+4162/2019. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Marco Legal do Saneamento Básico**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em: 20 jul. 2020.

BRASIL. Diário Oficial da União (DOU). **PL 4162/2019 transformado na Lei Ordinária 14026/2020**. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/2020/07/16>>. Acesso em: 20 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (Org.). **Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste**. 2019. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/prdne>>. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 out. 2017. p. 360.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 14 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2011. p. 39.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares – FUNASA**. Brasília: Coordenação de Comunicação Social (coesc/gabpr/funasa/ms), 2014. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_orientacoes_tecnicas_programa_melhorias_sanitarias_ambientais.pdf. Acesso em: 28 fev. 2020.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censos Demográficos**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CAVALCANTE, Rosane Barbosa Lopes. Ocorrência de Escherichia coli em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 550-558, abr./2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-993X2014000300015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 11 jun. 2020.

CERETTA, Maristela Coradini. **Avaliação dos aspectos da qualidade da água a sub-bacia hidrográfica do arroio cadena - Município de Santa Maria – RS**. 2004. 154 f. Dissertação (mestrado em engenharia civil). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). Segurança Hídrica: A indústria é parte importante no desenvolvimento de soluções para garantir a segurança hídrica. **Portal da indústria**, 2019. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/recursos-hidricos/>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

COELHO, Raquel Oliveira; PINHEIRO, Ivens Chagas. O direito humano à água e ao saneamento básico e a sua (não) efetivação no direito brasileiro e no direito internacional. **Direito Diário**. Disponível em: < <https://direitodiario.com.br/direito-humano-a-agua/>> Acesso em: 29 mar. 2020.

CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso 10 mai. de 2020.

CONTE, Vania Dariva *et al.* Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do rio grande do sul. **Infarma**, Caxias do Sul, v. 16, p.83-84, dez. 2004. Bimestral. Disponível em: <<http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/77/i02-qualidademicro.pdf>> Acesso em: 28 fev. 2020.

DANIEL, Luiz Antônio. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. São Paulo: Projeto PROSAB. ABES, 2017. 1ª edição. 149 p.

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes. **Revista científica da faculdade de educação e meio ambiente**, Ariquemes, v. 2, n. 6, p.49-64.

FERREIRA, Rosa Maria Moraes. **Contaminação ambiental pelo Clostridium Botulinum tipos C e D de valas de captação hídrica e cultivo do microrganismo em um sistema experimental**. 2002. 58f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/316869>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

FUNASA (Fundação Nacional da Saúde). **Manual prático de análise de água**. Brasília: Funasa, 150 p, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_a_gua_2.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.
FUNASA (Fundação Nacional da Saúde). **Panorama do saneamento rural do brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em: 26 out. 2019.

FUNASA (Fundação Nacional da Saúde). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 260 p, 2019.

GREY, David; SADOFF, Claudia W. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 545-571, 1 dez. 2007. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2007.021>. Disponível em: <http://cip.management.dal.ca/publications/Water%20security%20for%20growth%20and%20development.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2020.

GUIMARÃES, Raphael Mendonça; LIMA, Marcelo de Oliveira; MEDEIROS, Adelson Campelo. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. Vol.21 no.3 Rio de Janeiro Mar. 2016. ISSN 1678-4561.

INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). **Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária**. Disponível em: <<http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>>. Acesso em: 6 mai. 2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 13 fev. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL (Org.). **Principais estatísticas no Brasil**. 2019. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em 20 fev. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL (Org.). **Ranking do saneamento Instituto trata Brasil 2018**. 2020. GO Associados. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL (Org.). **Ranking do saneamento Instituto trata Brasil 2019**. 2020. GO Associados. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2019>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck *et al.* **Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal**. DF: Adasa: Caesb: Seagri: Emater, DF, 2018.

MARTINS, Guilherme Afonso de Figueiredo. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, Minas Gerais: aspectos ambientais e sociais. **Em Extensão**, v. 14, n. 2, p. 104-121, 11 abr. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução CONAMA 357/05 e Portaria de Consolidação nº 05/2017**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf> Acesso em: 15 jul. 2020.

MELO, Marília Carvalho de; JOHNSSON, Rosa Maria Formiga. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, [s.l.], v. 1, n. 1, p.72-92, ago. 2017.

MENDONÇA, Nei Oliveira de. **Ilha Solteira e projeto cinturão verde: história e contradições**. 2004. Dissertação (mestrado) - curso de serviço social. Franca: Universidade Estadual Paulista "Júlio de mesquita filho", 143 f. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/98539/mendonca_no_me_fran.pdf?sequence=1&isallowed=y>. Acesso em: 26 out. 2019.

MERTEN, Gustavo; MINELLA, Jean. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p.33-38, out. 2002. Trimestral. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2019.

MORAL, Cristina. **Quantos litros de água uma pessoa precisa por dia?** Disponível em: <<https://blog.ferrovial.com/en/2020/03/how-many-litres-of-water-does-a-person-need-per-day/>> Acesso em: 26 abr. 2021.

MORAIS, Gilsia Fabiane Oliveira *et al.* Manejo, aspectos sanitários e qualidade da água de cisternas em comunidades do semiárido sergipano. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, 29 jul. 2017.

NARCISO, Mônica Gonçalves; GOMES, Luciana Paulo. **Análise espacial da área de influência do aquífero da serra das areias.** Gis Brasil - 3ª mostra do talento científico. Fator GIS/Universidade Federal do Paraná. São Paulo, 15 p. 2003. OCDE. Studies on Water. **Water Security for better lives.** 2013. Disponível em: <[dx.doi.org.](https://dx.doi.org/)> Acesso em: 13 jun. 2020.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **ONU: 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável. 2019.** Elaborador por: organização mundial da saúde (OMS) e o fundo das nações unidas para a infância (UNICEF). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-agua-potavel/>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

PEREIRA, Edilaine Regina *et al.* A importância da qualidade da água de dessedentação animal. **Bioeng**, Campinas, v. 3, p.227-235, set. 2009. Quadrimestral. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/40/41>. Acesso em: 28 fev. 2020.

PEREIRA, José Carlos *et al.* Percepção dos agricultores de Ilha Solteira - SP, quanto a qualidade da água utilizada em suas propriedades. **IV encontro de ciências da vida.** Universidade estadual paulista "Júlio de mesquita filho". São Paulo. 2011.

SILVA, Amanda Bastos da *et al.* Avaliação microbiológica de água para consumo humano em instituição de ensino de Bom Jesus do Itabapoana - RJ. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Gramado, v. 25, n. 1, p. 1-5, out./2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/785.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SOUZA, Marcela Fernanda da Paz; PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cad. Saúde Pública.** Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/csp/2018.v34n1/e00017316/>> Acesso em: 20 mar. 2020.

SPERLING, Eduardo. Afinal, quanta água temos no planeta? **Revista brasileira de recursos hídricos**, [s.l.], v. 11, n. 4, p.189-199, 2006. Associação brasileira de recursos hídricos - ABRH.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and**

sdg baselines. Disponível em:

<<https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf?ua=1>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Preventing disease through healthy environments.** Disponível em:

<http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf>

ZILMER, Tatiane Aparecida; VARELA, Renato Figueiredo; ROSSETE, Amintas Nazareth. Avaliação de algumas características físico-químicas das águas do ribeirão Salgadinho, Nova Xavantina, MT. **Holos Environment**, v.7, n.2., p/126-138, 2007.