

**FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA - MULTIVIX
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DANIELA TEIXEIRA RIBEIRO
TAMIRES LIMA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM POÇOS
TUBULARES NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS-ES**

**NOVA VENÉCIA
2016**

DANIELA TEIXEIRA RIBEIRO
TAMIRES LIMA DA SILVA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM POÇOS
TUBULARES NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS - ES**

Trabalho apresentado à disciplina Projeto Integrador II
do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade
Capixaba de Nova Venécia, como requisito para
obtenção da avaliação bimestral.
Orientador: Profº Dsc. Fernando Soares de Oliveira

NOVA VENÉCIA
2016

**DANIELA TEIXEIRA RIBEIRO
TAMIRES LIMA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM POÇOS
TUBULARES NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS - ES**

Projeto Integrador II apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade Capixaba de Nova Venécia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em ____ de _____ de 20 ____

COMISSÃO EXAMINADORA

**Profº Dsc. Fernando Soares de Oliveira
Faculdade Capixaba de Nova Venécia
Orientador**

**Profº
Faculdade Capixaba de Nova Venécia
Membro 1**

**Profº
Faculdade Capixaba de Nova Venécia
Membro 2**

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM POÇOS TUBULARES NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS - ES

Daniela Teixeira Ribeiro¹
Tamires Lima da Silva²

RESUMO

A água subterrânea é uma das fontes de abastecimento mais utilizada para consumo humano por moradores do bairro Guriri, São Mateus-ES. Grande parte das residências do bairro dispõe apenas de fossas negras para disposição dos seus efluentes domésticos. Portanto, é eminente o risco transmissão de doenças de veiculação hídrica, causadas por microrganismos patogênicos provenientes de fezes de humanos e animais, ou por meio de substâncias químicas em concentrações fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 2914/2011. O objetivo deste trabalho foi investigar a qualidade das águas subterrâneas, captadas por poços tubulares localizados no bairro Guriri. Foram monitorados 15 poços tubulares durante o período de agosto a outubro de 2016. Para os parâmetros físicos químicos (amônia, pH, cloro residual livre, cor, dureza total, ferro, turbidez, cloreto e condutividade elétrica) foram realizadas coletas mensais. Para a análise microbiológica para a determinação de coliformes total e termotolerantes (*Escherichia coli*) foi realizada coleta única no mês de outubro. De acordo com os resultados obtidos, todos os poços amostrados apresentaram alguma divergência com os valores exigidos pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Dessa forma, o uso dessas águas subterrâneas para consumo humano sem tratamento prévio representa um risco para a saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Poços Tubulares. Águas Subterrâneas. Qualidade da água.

ABSTRACT

Groundwater is one of the supply source most used for human consumption by dwellers in the Guriri neighborhood, São Mateus - ES. The large majority of dwellings in this neighborhood only has cesspit to disposal your domestic effluents. Therefore, it is imminent the risk transmission of waterborne diseases, that is caused by pathogens microorganisms from human feces and animals feces, or through of chemicals substances in concentrations outside of the potability standards established by the Portaria MS 2914/2011. The objective of this study was to investigate the groundwater quality, captured by wells located in Guriri neighborhood. During the study, 15 wells were monitored from August to October 2016. For the chemical physical parameters (ammonia, pH, free chlorine, color, total hardness, iron, turbidity, chloride and conductivity) were collected monthly water samples. For microbiological analysis for the determination of total and thermotolerant coliforms (*Escherichia coli*) was performed a single collect in October. According to the results, all water sampled wells had some disagreement with the values required by the Portaria N° 2.914/2011 of the Ministry of Health. Thus, the use of these groundwater for human consumption without prior treatment represents a risk to public health.

KEY-WORDS: Tubular Wells. Groundwater. Water Quality.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental pela Faculdade Capixaba de Nova Venécia.

² Graduanda em Engenharia Ambiental pela Faculdade Capixaba de Nova Venécia.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por água tem se expandido com o aumento das atividades humanas em diversas regiões, resultando em preocupações sociais, econômicas e ambientais. A água está presente em abundância no planeta, porém, grande parte dessa água está nos oceanos. Da porção de água doce existente, a maior parte está depositada na forma de geleiras nas calotas polares, sendo a segunda maior fonte dessa água, as águas subterrâneas. O crescimento populacional aliado ao aumento da poluição ambiental tem contribuído para tornar a água potável em um recurso cada vez mais escasso (PAULI et al., 2014).

O Estado do Espírito Santo vem enfrentando pelo terceiro ano consecutivo a escassez de chuvas, como resultado, dos 78 municípios capixabas, 14 encontram-se em situação extremamente crítica em relação ao abastecimento de água, entre eles o município de São Mateus (LEÃO et al., 2016). Segundo, Ricardo Hirata, Vice - Diretor do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - CEPAS|USP e Professor do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, “os aquíferos representam 97% de toda a água doce e líquida do planeta e são extremamente resilientes aos períodos de seca, ou seja, podem fornecer grandes quantidades de água, mesmo por longos períodos sem chuva” (apud, SILVEIRA, 2016). A Agência Nacional das Águas - ANA informa que:

O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água. [...] Com relação às águas subterrâneas, não existe uma rede nacional de monitoramento. As principais fontes de informação são, em geral, de caráter pontual e correspondem aos trabalhos desenvolvidos nas universidades e alguns estudos elaborados pelas secretarias estaduais de recursos hídricos (ANA, 2016).

O relatório técnico elaborado em 2007 pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com Associação Brasileira de águas subterrânea dispõe que:

No caso das águas subterrâneas, quando comparada à gestão das águas superficiais, é notória a defasagem do conhecimento básico, do monitoramento e de estudos hidrogeológicos que indiquem com certo grau de certeza o comportamento destas águas e características dos aquíferos, além da necessidade de implementação de mecanismos legais e capacitação técnica e social (SILVA apud BRASIL, 2007, p. 6)³.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB descreve que existe uma estreita relação entre as águas subterrâneas com os tipos de rochas drenados e o uso do solo. Portanto, a qualidade das águas subterrâneas é decorrente dos tipos litológicos e da atividade antropogênica, originária principalmente de cargas pontuais domésticas e industriais e de cargas difusas de origem urbana e rural (apud MODESTO, 2013).

Diversos autores têm relatado a contaminação da água subterrânea como consequência do uso da terra (ANDRADE JUNIOR et al., 2006; SILVA, 2008; VILLANUEVA et al., 2015;

³ SILVA, Marina. Prefácio. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 40 p. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/downloads/ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/ÁGUAS_SUBTERRÂNEAS.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2016.

OLIVEIRA et al., 2015). No estudo desenvolvido por Silva (2008) foi apontado que a maioria das cidades brasileiras não possui um sistema de esgotamento sanitário adequado para o destino ambientalmente correto dos dejetos gerados pela população. Dessa forma, os produtos orgânicos e inorgânicos lançados em sistemas rudimentares, fossas negras, ou em fossas sépticas chegam, em muitos casos, com relativa facilidade ao lençol freático, introduzindo substâncias tóxicas e aumentando as concentrações de alguns íons na água subterrânea, além de microrganismos nocivos.

Em termos de qualidade as águas subterrâneas captadas por meio de poços tubulares geralmente apresentam uma qualidade superior às águas superficiais, entretanto as águas subterrâneas explotadas não são necessariamente potáveis, sendo necessário análises periódicas da sua potabilidade em acordo com a legislação vigente, além de sistemas de tratamento adequados para sua posterior utilização, em função da qualidade requerida para as diferentes finalidades, especialmente para consumo humano (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005).

Segundo a Organización Panamericana de La Salud - OPS (apud SILVA, 2003), o consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos é constantemente associado a diversos problemas de saúde pública. Por exemplo, certas epidemias de doenças gastrointestinais, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos.

Os moradores do Bairro de Guriri, localizado na ilha de Guriri, no município de São Mateus, Espírito Santo, Brasil, utilizam a água subterrânea proveniente de poços tubulares como forma de complementação ao abastecimento urbano, ou, em muitos casos a captação água subterrânea constitui a única forma de acesso à água. O Bairro não possui saneamento básico adequado, dessa forma a maioria dos habitantes dispõe de fossas negras/ sépticas ou outro tratamento *in situ* como medida de proteção da salubridade do seu domicílio. Essas técnicas, porém, podem permitir a liberação de patógenos, que se infiltram no solo e podem alcançar as águas subterrâneas, representando riscos à saúde pública.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a qualidade das águas subterrâneas, captadas por poços tubulares localizados no Bairro Guriri, São Mateus, Espírito Santo, através de um levantamento sobre seus usos preponderantes, coleta e análise físico-química e microbiológica de amostras de água conforme legislação vigente.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

O bairro de Guriri é uma ilha que se localiza na porção litorânea do município de São Mateus-ES, com área aproximada de 20,90 km². O número aproximado é de 12.000 habitantes, apresentando uma população flutuante em épocas de alta temporada. O manancial subterrâneo de Guriri está inserido na bacia hidrográfica do rio São Mateus.

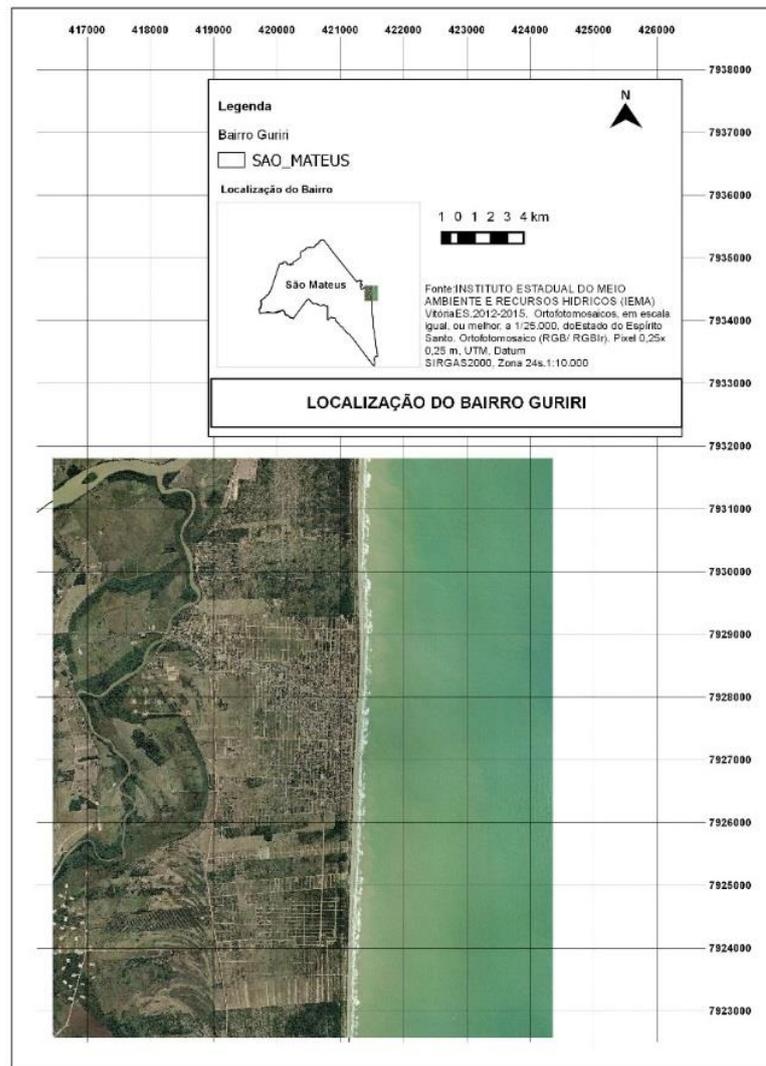


Figura 1- Localização da Área de Estudo

De acordo com dados do trabalho desenvolvido por Mourão, Lima e Monteiro (2002) a formação geológica do manancial subterrâneo de Guriri é do tipo Depósito Quaternário, estes depósitos são bem individualizáveis na faixa costeira, enquanto que para o interior, ocorrem apenas ao longo da calha do rio Doce. É dividido em depósitos quaternários marinhos e continentais. Os depósitos quaternários marinhos que deram origem ao manancial subterrâneo de Guriri são divididos em terraços arenosos pleistocênicos e holocênicos e pântanos e mangues holocênicos.

Grande parte da população residente no Bairro Guriri, São Mateus-ES, faz uso da água subterrânea captada através de poços tubulares como complementação ao seu abastecimento urbano, sendo que, dificilmente a água recebe algum tipo de tratamento antes do consumo. O bairro não possui saneamento básico adequado em virtude disso a maioria dos habitantes faz uso de fossas negras.

A figura 2 apresenta a localização dos pontos de coleta, através dela é possível perceber a proximidade dos poços tubulares perfurados para abastecimento individual com as fossas utilizadas para o tratamento dos efluentes domésticos.

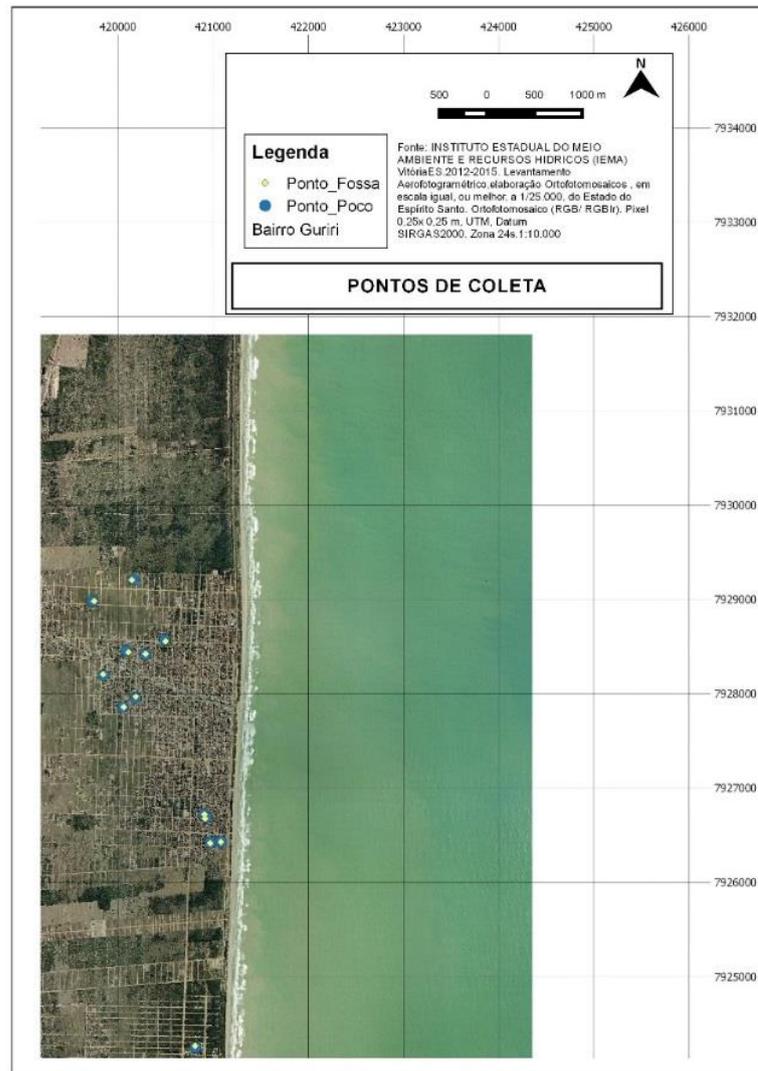


Figura 2- Localização dos Pontos de Coleta

2.2 AMOSTRAGEM DA ÁGUA SUBTERRANEA

Foram monitorados 15 poços tubulares (Tabela 1) no período de três meses compreendido entre agosto e outubro de 2016, com frequência mensal para os parâmetros físico-químicos (amônia, pH, cloro residual livre, cor, dureza total, ferro, turbidez, cloreto e condutividade elétrica). Para as análises microbiológicas (coliformes totais e termotolerantes- *E. Coli*) foi realizada apenas uma coleta no mês de outubro (20/10/2016). No trabalho de campo foram usados: câmera fotográfica (para relatório fotográfico), GPS (para marcação dos pontos do poço e da fossa), fita métrica (para medição da distância do poço à fossa) e prancheta (para anotação dos dados). Também foi aplicado um questionário para geração de cadastro dos usuários (Apêndice 1), baseado no formulário disponibilizado pela AGERH para Declaração de Regularização do Uso de Águas Subterrâneas, de onde foram retiradas as informações da tabela abaixo.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICA DOS POÇOS TUBULARES

Cod. do Ponto	Ponto Poço em UTM (datum WGS84)	Características do Ponto Amostrado	Ponto Fossa em UTM (datum WGS84)	Tipo de Fossa	Dist. Poço-Fossa (m)	Proteção Sanitária
A	X=420163 Y=7929213	Poucas residências ao entorno	X=420144 Y=7929208	Fossa Negra	22	Ausente
B	X=420088 Y=7928457	Conglomerado urbano	X=420110 Y=7928443	Fossa Negra	20,85	Ausente
C	X=420050 Y=7927861	Conglomerado urbano, poço ao lado de fossa desativada	X=420062 Y=7927862	Fossa Negra	5,80	Ausente
D	X=420182 Y=7927964	Conglomerado urbano	X=420185 Y=7927972	Fossa Negra	9,80	Ausente
E	X=420290 Y=7928420	Conglomerado urbano	X=420291 Y=7928426	Fossa Negra	9,6	Ausente
F	X=418860 Y=7929077	Próximo ao rio Mariricu	X=418849 Y=7929080	Fossa Negra	12,10	Presente
G	X=420812 Y=7924250	Bosque, próximo a faixa de areia, poucas residências no entorno.	X=420809 Y=7924268	Fossa Negra	23	Ausente
H	X=421082 Y=7926435	Próximo a faixa de areia.	X=421081 Y=7926431	Fossa Negra	4,60	Ausente
I	X=419732 Y=7928985	Poço à jusante da fossa, poucas residências no entorno.	X=419748 Y=7928986	Fossa Negra	7	Ausente
J	X=419846 Y=7928200	Conglomerado urbano, fossa desativada próximo ao poço.	X=419842 Y=7928209	Fossa Negra	9,3	Ausente
K	X=420903 Y=7926724	Próximo a faixa de areia (4 ruas)	X=420908 Y=7926725	Fossa Negra	8,5	Ausente
L	X=420928 Y=7926689	Aglomerado de residências em um único ponto, próximo a faixa de areia (4 ruas)	X=420914 Y=7926677	Fossa Negra	17,35	Ausente
M	X=420113 Y=7924073	Bosque, poucas residências no entorno, nenhuma residência ao lado	X=420100 Y=7924096	Fossa Negra	24,60	Ausente
N	X=420490 Y=7928575	Aglomerado de residências em um único ponto, conglomerado urbano.	X=420501 Y=7928559	Fossa Negra	8	Ausente
O	X=419117 Y=7929222	Próximo ao rio Mariricu	X=419134 Y=7929221	Fossa Negra	17	Ausente

No período estudado conforme informações dos dados meteorológicos médios, para o município de São Mateus-ES, obtidos no site do INCAPER- Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural, observa-se que o índice de precipitação foi baixo, devido ao período de seca que o município vem enfrentando, sendo o maior valor registrado em 02 de outubro de 2016 (aproximadamente 7,5 mm), INCAPER (2016).

Para armazenamento das amostras foram utilizadas garrafas de polietileno com capacidade de 1 litro para cada ponto, previamente higienizadas de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, APHA (2005). Antes de coletar a amostra foram realizados os seguintes procedimentos conforme metodologia descrita pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM [s.d.]:

- Desinfecção da saída da torneira/ mangueira por meio de um pano embebido com água sanitária (Figura 3 A);
- Deixou-se a água fluir livremente por cerca de 5 minutos, para certificar-se que não haveria resíduos provenientes da tubulação (Figura 3 B);
- Durante o enchimento evitou-se contato do frasco com a torneira (Figura 3 C e 3 D);
- O frasco não foi enchido completamente (Figura 3 E);
- Após a coleta cobriu-se o gargalo com papel alumínio sem tocar com as mãos nas partes rosqueadas da tampa e gargalo (Figura 3 F);
- Após a coleta das amostras as garrafas foram acondicionadas em um saco plástico (Figura 3 G) e armazenadas em caixas com isolamento térmico com gelo (10° C) (Figura 3 H).

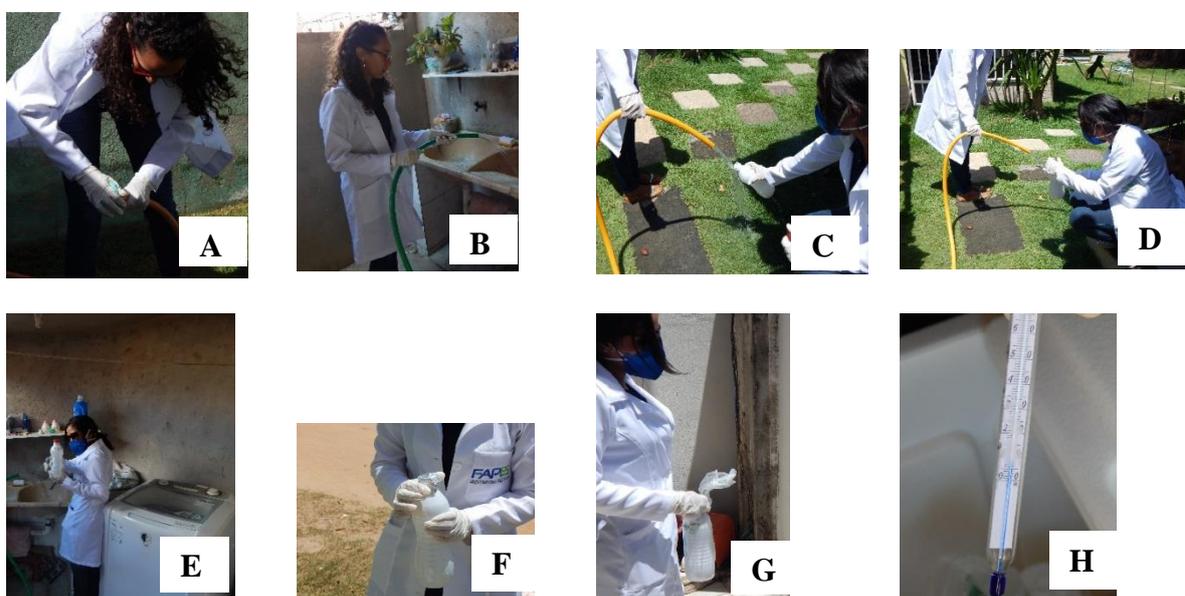


Figura 3 - Ilustração dos Procedimentos para coleta das amostras de água

As metodologias utilizadas para as análises laboratoriais seguiram o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, APHA (2005), sendo as físico-químicas realizadas no mesmo dia em que as amostras foram coletadas no laboratório da MULTIVIX-campus São Mateus, utilizando-se o Kit Básico de potabilidade da Alfakit®, com intuito de medir a concentração de substâncias químicas, como: cloreto, amônia, ferro, cloro residual livre, dureza total, além do aspecto físico: cor. Este kit vem sendo utilizado com sucesso em outros trabalhos de investigação da qualidade da água (RUIVO et al., 2015; PIMENTA et al., 2013).

Os parâmetros físicos pH, Condutividade Elétrica (CE) e turbidez foram mensurados com o uso dos aparelhos de bancada: phmetro (pH), condutivímetro (CE) e turbidímetro (turbidez).

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de biologia da MULTIVIX-campus Nova Venécia através do Kit microbiológico Colipaper, cartela com meio de cultura em forma de gel desidratado que detecta e quantifica a presença de coliformes totais e termotolerantes- *E. Coli*, seguindo as etapas: 1º Retirou-se a cartela microbiológica tocando apenas acima do picote (Figura 4A); 2º Imergiu-se a cartela na amostra e aguardou-se umedecer, depois se retirou o excesso de água (Figura 4 B); 4º Recolocou-se a cartela na embalagem plástica e retirou-se a parte do picote sem tocar no restante, levado a estufa microbiológica por 15 horas à temperatura de 36° a 37°C (Figura 4 C); 5º Realizou-se a leitura (Figura 4 D), onde pontos róseos/avermelhados representam coliformes totais e pontos azuis/arroxeados indicam contaminação por coliformes termotolerantes - *E. Coli*, (ZAN et al., 2012).

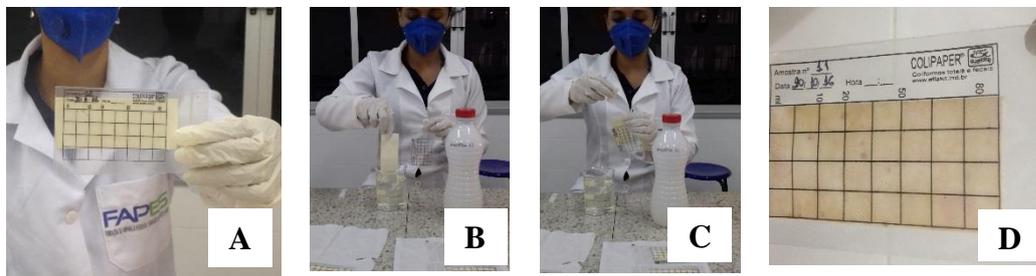


Figura 4 - Etapas da análise Microbiológica

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUAS FORMAS DE EXPLOTAÇÃO

Segundo o art. 2º da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA Nº 396, de 3 de abril de 2008, as “águas subterrâneas são águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo” (BRASIL, 2008, p. 309).

A formação das águas subterrâneas se dá através da infiltração da água das chuvas, existindo assim uma relação entre variações de pluviosidade e níveis de armazenamento de água subterrânea. Conforme descreve Tucci (2013), o ciclo hidrológico é um sistema fechado com armazenamento de água na superfície do terreno, em rios e lagos, nos oceanos, na atmosfera e no subsolo. A força da gravidade provoca a precipitação de água sobre o solo e o oceano, daí a água retorna à atmosfera através da evaporação. Da água que atinge o solo, parte transforma-se em escoamento ou deflúvio superficial, parte é armazenada em depressões, e parte infiltra-se no solo. Também sobre o subsolo age a evaporação, além da água daí retirada pelas plantas através da transpiração. Parte da água infiltrada alimenta os reservatórios subterrâneos, que irão escoar e atingir rios e oceanos.

A água subterrânea é a responsável pela perenidade da maior parte dos rios que recebem a sua contribuição, conforme apontado por Pinto et al. (2014), seu estudo “justifica-se, não só pela importância das águas subterrâneas, cujas reservas são dezenas de vezes superiores ao volume de água doce disponível na superfície, como pela sua estrita inter-relação com as águas superficiais”.

Segundo Tucci (2013) os sistemas hidrogeológicos envolvidos na formação das águas subterrâneas podem ser classificados em: **aquífero** - formação geológica ou grupo de formações que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais e em quantidades significativas; **aquicludo** - formação geológica que pode conter água, porém sem condições de movimentá-la de um lugar para outros, em condições naturais e em quantidades significativas; **aquitardo** - formação geológica de natureza semipermeável. Transmite água a uma taxa muito baixa, comparada com a do aquífero.

Em função das condições locais, do tipo e profundidade dos aquíferos, das vazões pretendidas e da disponibilidade de equipamentos de perfuração no mercado, a água subterrânea pode ser explorada através de vários tipos de poços, os quais podem ser classificados, de acordo com o método de perfuração utilizado em: poços escavados manualmente (conhecidos como poços amazonas, cacimbas e cacimbões); poços coletores com drenos horizontais simples e drenos radiais (conhecidos como poços tubulares horizontais); poços tubulares (objeto deste estudo), que são também conhecidos como poços artesianos, poços semi-artesianos e poços sedimentares; e galerias drenantes (FEITOSA et al., 2008, p. 429).

Para Foster (apud SILVA; ARAUJO, 2003), a água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesiano, que se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, embora mais vulnerável à contaminação, é mais frequentemente utilizada no Brasil.

3.2 FINALIDADE DE USO DAS AGUAS SUBTERRANEAS

Embora o abastecimento humano se constitua, sem dúvidas, no uso mais nobre da água, pois dele vão depender, direta/indiretamente, as demais atividades humanas, a água apresenta uma multiplicidade de usos que podem ser agrupados, de forma geral, em *usos consuntivos* – aqueles em que o uso da água implica no seu consumo, na sua redução quantitativa (abastecimento público, uso residencial, dessedentação de animais, irrigação, usos industriais etc.) - e *usos não consuntivos*-aqueles em que não há consumo ou modificação do volume de água de forma expressiva (geração de energia elétrica, aquicultura, diluição de efluentes, lazer, recreação, turismo, pesca, navegação, conservação ambiental etc.) (MACHADO; TORRES, 2012).

O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos desenvolvido pela ANA - Agência Nacional de Águas, em 2013 informa que a reserva subterrânea potencial explorável no Brasil (disponibilidade hídrica subterrânea) é de 11.430 m³/s. Sendo as águas subterrâneas responsáveis pelo abastecimento de 39% dos municípios brasileiros. No Espírito Santo a utilização de água subterrânea ocorre de forma complementar principalmente na região metropolitana e norte do estado, onde ocorrem o aquífero Barreiras e depósitos quaternários (BRASIL, 2013).

O relatório técnico produzido pelo Ministério do Meio Ambiente intitulado: “Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido”, informa:

Com a crescente degradação da qualidade das águas superficiais, as águas subterrâneas tendem a assumir uma posição de maior importância. Devido às suas características e propriedades podem exercer diferentes funções como: produção de água em qualidade e quantidade adequadas para os usos múltiplos; estocagem e

regulação devido ao armazenamento em períodos de chuva e posterior devolução para rios e lagos em épocas de estiagem; filtragem natural que possibilita diminuição nos custos com tratamento e condução das águas de uma área de recarga (onde a água infiltra) para as áreas de bombeamento, onde estão situados os poços que (BRASIL, 2007, p. 16).

A lei Nº 6.295, de 26 de julho de 2000, que “dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas do domínio do Estado e dá outras providências” (p. 1), definiu que o gerenciamento das águas subterrâneas deverá incluir: sua avaliação quantitativa e qualitativa e o planejamento do seu aproveitamento racional; a outorga e a fiscalização dos direitos de uso dessas águas para consumo final, inclusive abastecimento público ou mesmo de processo produtivo, o controle da qualidade e a adoção de medidas relativas à sua conservação (Capítulo I, Artigo 3º) (ESPIRITO SANTO, 2000).

A Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH - publicou em 27 de janeiro de 2016 a Instrução Normativa Nº 001, que “institui procedimentos e critérios para requerimento e obtenção da Declaração de Uso de Água Subterrânea no Estado do Espírito Santo, regulamenta os usos já existentes de recursos hídricos subterrâneos e a futura obrigatoriedade de requerimento do instrumento de Outorga” (p. 1). O usuário que possui ou deseja construir poço para captação ou intervenção em água subterrânea no Estado do Espírito Santo deve realizar o Cadastro Estadual de Águas Subterrâneas e requerer a Declaração de Regularização do Uso de Águas Subterrâneas por meio do preenchimento do formulário para obtenção de tal documento (ESPIRITO SANTO, 2016). O principal objetivo da Instrução Normativa Nº 001 é conhecer os usuários das águas subterrâneas no Estado, para gerenciamento da oferta-demanda (AGERH, 2016).

3.3 POLUIÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRANEAS PARA CONSUMO HUMANO

O termo poluição pode ser definido como alteração nas características físicas, químicas ou biológicas de águas naturais decorrentes de atividades humanas. Tucci (2013) apresenta as seguintes fontes de poluição das águas subterrâneas: esgotos sanitários; águas residuárias industriais; resíduos sólidos; fontes atmosféricas e águas de drenagem urbana.

São muitas as cidades brasileiras que não possuem um sistema de coleta de esgotos que permita um destino ecologicamente correto para os dejetos produzidos por sua população. Dessa forma, os produtos orgânicos e inorgânicos lançados em sistemas rudimentares, fossas negras, ou em fossas sépticas chegam, em muitos casos, com relativa facilidade ao lençol freático, introduzindo substâncias tóxicas e aumentando as concentrações de alguns íons na água subterrânea, além de microrganismos nocivos (SILVA, 2008).

Instrumentos legais foram criados para avaliar a qualidade das águas subterrâneas, estabelecendo parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e indicativos de contaminação orgânica e biológica. Dentre os instrumentos legais existentes no Brasil, destaca-se a Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Os termos “água para consumo humano” e “água potável” são definidos pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914/2011, em seu capítulo II, incisos I e II, artigo 5º, como:

- I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde; (BRASIL, 2011, p.2)

O capítulo II, inciso VII, artigo 5º da supracitada Portaria define solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano, como: “modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares” (BRASIL, 2011). Já no capítulo I, artigo 4º é disposto que: “Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2011, p.2).

Embora não esteja estabelecido com parâmetro na Portaria MS Nº 2914/2011, a condutividade elétrica é um parâmetro de importância utilizado na caracterização das águas subterrâneas. O sistema padrão de unidade de condutância adotado em todo o mundo é o Siemens/cm (S.cm⁻¹) ou microsiemens por centímetro $\mu\text{s.cm}^{-1}$.

O pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução sendo um fator primordial nos processos de coagulação, desinfecção e abrandamento das águas, no controle da corrosão e no tratamento dos esgotos e despejos industriais. É um parâmetro que determina se a água é ácida ou alcalina (BRASIL, 2014). Não traz riscos sanitários sendo recomendado pela Portaria MS 2914/2011 a faixa de pH de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011).

Cloreto é um parâmetro que indica a presença de íons ou sais de sódio (NaCl), de potássio (KCl), e sais de cálcio (CaCl₂). Em altas concentrações podem ocasionar restrições ao seu uso pelo sabor que confere à mesma e pelo efeito laxativo que causam em indivíduos que estavam acostumados a baixas concentrações (BRASIL, 2014).

Dureza total é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico. Segundo Oliveira e Fernandes (2016) “do ponto de vista da potabilização, no Brasil, são admitidos valores máximos relativamente altos (500mgCaCO₃/l), típicos de águas duras ou muito duras”. Águas consideradas duras ou muito duras tem em geral sabor desagradável, ocasionam um aumento no uso de sabões e pode causar incrustações em equipamentos industriais.

A cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez (com material coloidal ou em suspensão). É atributo físico indicador da presença de metais (Fe, Mn), húmus, plâncton dentre outras substâncias dissolvidas na água (BRASIL, 2014). Já turbidez é um parâmetro que indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação pode ocorrer pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, matéria orgânica, detritos, etc.) (ANA, 2016).

O ferro é um elemento químico encontrado normalmente nas águas naturais. Embora não apresente inconvenientes diretos à saúde, pode provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais (BRASIL, 2014).

A quantidade de cloro na água como Cl₂ (cloro elementar), HOCl (ácido hipocloroso) e OCl⁻ (íon hipoclorito) é denominada de cloro residual livre. Ele é geralmente usado como método doméstico de tratamento da água (BRASIL, 2014).

A amônia é um importante indicador de poluição hídrica pois é constituinte comum no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (REIS; MENDONÇA, 2009).

Segundo informações do Portal da Qualidade das águas, ANA (2016) bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças) mas sua presença em grande número indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifóide, cólera).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano em virtude de doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreias. A OMS ainda indica que nos países em desenvolvimento, caso do Brasil, 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável (FAVERI, 2013).

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos no período de estudo para os parâmetros físico-químicos: pH, cloreto, dureza total, condutividade elétrica, cor, turbidez e amônia estão representados nos gráficos abaixo. Todos os valores obtidos, exceto para o parâmetro de condutividade elétrica, foram comparados com os valores de referência descritos na Portaria do Ministério da Saúde N° 2914/2011.

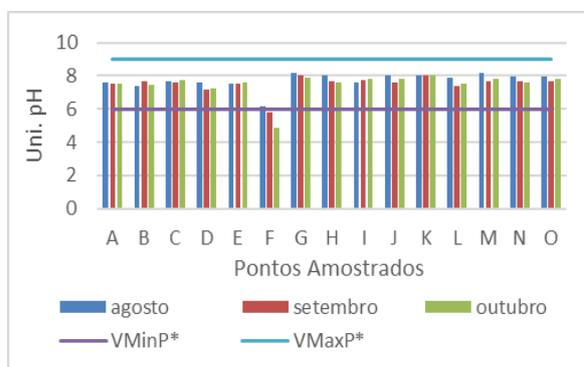


Gráfico 1- Resultado obtidos para pH
*VMinP- Valor Mínimo Permitido
*VMaxP- Valor Máximo Permitido

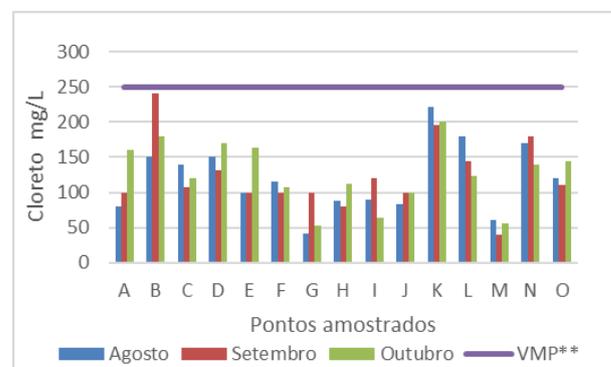


Gráfico 2- - Resultados obtidos para Cloreto
*VMP-Valor Máximo Permitido

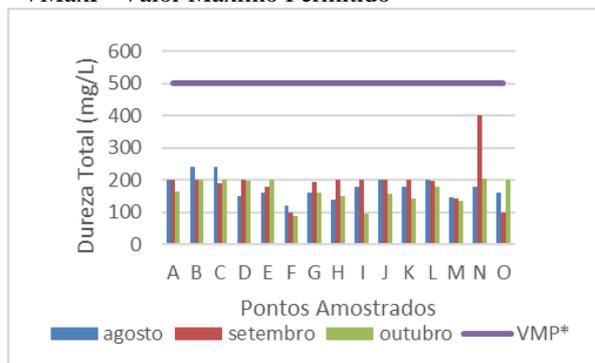


Gráfico 3- Resultado obtidos para Dureza Total
* VMP-Valor Máximo Permitido

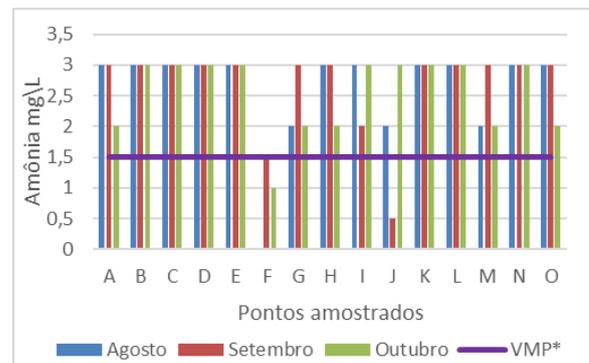


Gráfico 4 - Resultados obtidos para Amônia
*VMP-Valor Máximo Permitido

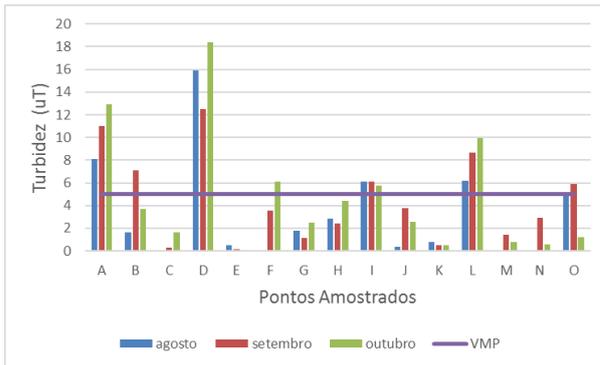


Gráfico 5- Resultados obtidos para Turbidez
*VMP-Valor Máximo Permitido

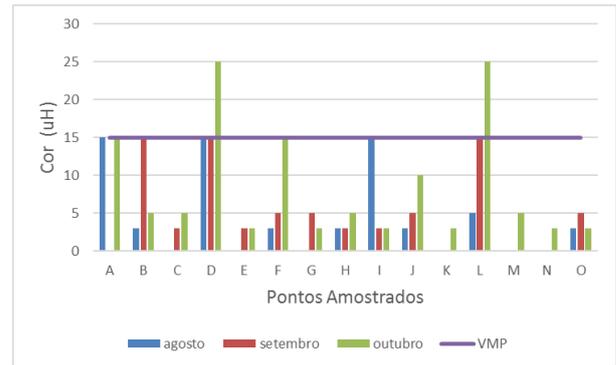


Gráfico 6- Resultados obtidos para Cor
*VMP-Valor Máximo Permitido

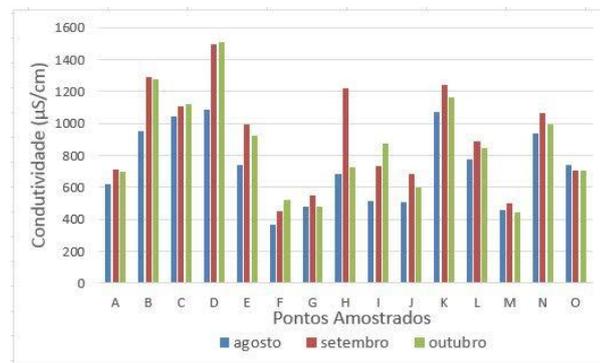


Gráfico 7- Resultados obtidos para Condutividade Elétrica

O gráfico 1 apresenta os resultados obtidos para os valores de pH, observa-se que com exceção do ponto F (mês de outubro), todos os demais pontos amostrados apresentaram valores na faixa do limite permitido pela Portaria MS 2914/2011. De acordo com a escala antilogarítmica (faixa de 0 a 14), valores inferiores a 7 indicam condições ácidas e valores superiores a 7 condições alcalinas (BRASIL, 2014). O ponto F está localizado próximo ao rio Mariricu, dentre os pontos analisados foi o único que apresentou valores abaixo de 7 (4,9-6,2) indicando que a região próxima ao ponto de captação do poço tubular apresenta acidez. Dessa forma, baseado nas informações supracitadas pode-se afirmar que 93,33% das amostras coletadas possuem características alcalinas.

Analisando os resultados para os parâmetros cloreto (Gráfico 2) e dureza total (Gráfico 3) é possível constatar que os valores encontrados estão em conformidade com a Portaria MS Nº 2914/2011 sendo a água apta para consumo humano, quando considerados apenas esses parâmetros. Ressalta-se que segundo a classificação de Suetônio (apud RODRIGUES NETO, 2014) para o parâmetro dureza da água, os resultados encontrados demonstram que as águas do manancial subterrâneo de Guriri se enquadram como “águas de dureza moderada” apresentando valores entre 86 a 150 mg/L CaCO₃ e “águas duras” com valores de 150 a 400 mg/L CaCO₃.

Observando os resultados obtidos para a amônia (Gráfico 4) constata-se que 93,33% dos pontos amostrados apresentaram valores acima do permitido pela Portaria MS Nº 2914/2011 (1,5 mg/L de NH₃). Apenas o Ponto F apresentou valores abaixo do permitido pela presente Portaria, analisando os dados da tabela 1 é possível perceber que este foi o único ponto amostrado que possuía proteção sanitária. Para Pohling (apud COSTA et al., 2012), quando a água apresenta níveis de poluição elevada, com amônia acima do permitido, indica a falta de boas condições sanitárias e possível poluição por despejos domésticos. Resultados

semelhantes foram encontrados num estudo sobre qualidade da água de poços tubulares desenvolvido em Juazeiro do Norte (CE) por Franca et al. (2006, p.97): “a presença de amônia no riacho dos Macacos pode ser atribuída aos constantes lançamentos de efluentes domésticos in natura como também ao uso de fertilizantes nitrogenados na área, processos erosivos e lixiviação dos solos agrícolas”.

A turbidez apresentada no gráfico 5 demonstra que 7 dos 15 pontos amostrados (46,66%), em pelo menos uma das coletas, apresentaram desconformidade ao padrão de potabilidade vigente. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água pode, também, ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais (BRASIL, 2014). Analisando os valores médios mensais o Ponto E, apresentou os menores valores e o Ponto D os maiores valores. No mês de agosto o valor mínimo encontrado foi de 0,07 uT (Pontos C e M) e máximo de 15,9 uT (Ponto D). Em setembro o resultado com valor mínimo foi de 0,16 uT (Ponto E) e máximo de 12,5 uT (Ponto D). Já em outubro o menor valor encontrado para turbidez foi de 0,11 (Ponto E), sendo o maior valor de 18,4 uT (Ponto D).

O gráfico 6 apresenta os resultados para o parâmetro cor aparente. É possível visualizar que somente 2 pontos amostrados apresentaram valores acima do aceito pela Portaria MS N° 2914/2011, o Ponto D apresentou valor acima do permitido somente no mês de outubro, já o Ponto L apresentou desconformidades nos meses de setembro e outubro.

A condutividade elétrica (Gráfico 7) não possui valor máximo estabelecido pela legislação brasileira, contudo o Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS, Brasil (2014) relata que enquanto as 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O valor mínimo encontrado para condutividade elétrica foi de 364 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ponto F) e o máximo de 1508 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ponto D).

Os resultados obtidos para os parâmetros ferro e cloro residual livre estiveram em conformidade com o valor máximo recomendado pela Portaria MS N° 2914/2011. É importante ressaltar que segundo informações obtidas através do questionário para cadastramento de usuários de águas subterrâneas, aplicado em agosto de 2016, o método doméstico de tratamento de água mais utilizado pelos moradores amostrados é o de “cloração direto no poço”, 46,66% dos entrevistados apontaram este como o método adotado para o tratamento doméstico da água antes de consumi-la, enquanto 53,33% dos entrevistados responderam que “não adotam” nenhum método de tratamento.

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e de animais, servindo, portanto, como indicadoras da contaminação fecal. Sua presença é grande nos esgotos domésticos, já que cada pessoa elimina bilhões dessas bactérias diariamente. Dessa forma, havendo contaminação da água por esgotos domésticos, é muito grande a chance de se encontrar coliformes em qualquer parte e em qualquer amostra de água (BRASIL, 2006).

Neste estudo a bactéria coliforme termotolerante *Escherichia coli*- *E. Coli* apresentou 93,33% de ausência nas amostras de água analisadas. O único ponto que apresentou presença foi o Ponto J que segundo dados da tabela 1 está localizado em um conglomerado urbano apresentando fossa desativada próximo ao poço e com fossa ativa distando 9,3 m. Entretanto, foram detectadas a presença de coliformes totais em 9 das 15 amostras de água coletadas, conforme tabela 2. O maior nível de contaminação 1680 UFC/ml foi encontrado nos Pontos K

e O. Brasil (2006, p.54) afirma que: “Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos”.

TABELA 2- RESULTADOS ANÁLISE DE COLIFORMES TOTAIS

Amostra/ Ponto	Portaria MS 2914/2011 (*VMP = Ausência /100 ml)	Resultado em UFC/ml
A	Presença	80
B	Ausência	---
C	Ausência	---
D	Ausência	---
E	Ausência	---
F	Presença	80
G	Presença	160
H	Ausência	---
I	Presença	480
* J	Presença	960
K	Presença	1680
L	Ausência	---
M	Presença	160
N	Presença	320
O	Presença	1680

V.P.M: valor máximo permitido. UFC/ml: unidade formadora de colônia por mililitro

*Ponto apresentou presença da bactéria coliforme termotolerante *Escherichia Coli*

5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, a qualidade físico/química e microbiológica das águas de parte dos poços amostrados apresenta indícios de poluição por esgotos domésticos, não atendendo assim aos padrões de potabilidade recomendados pela Portaria MS 2914/2011. Dessa forma seu consumo representa risco e agravos à saúde pública. Recomenda-se a promoção de ações de educação ambiental por meio do poder público federal, estadual e municipal, secretárias de educação e meio ambiente como também a sociedade civil organizada a fim de divulgar informações e esclarecimentos a população do bairro sobre a preservação e uso das águas subterrâneas quanto aos riscos e perigos atuais e futuros.

Considerando que as águas provenientes de poços tubulares apontam a contaminação do manancial subterrâneo de Guriri por coliformes fecais, a necessidade de instalação de sistema eficaz de tratamento esgotamento sanitário se torna urgente e fundamental na prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGERH - Agência Estadual de Recursos Hídricos (Org.). **Cadastro estadual de águas subterrâneas**. 2016. Disponível em: <<http://agerh.es.gov.br/cadastro-estadual-de-aguas-subterraneas>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson S. de et al. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-áridopiauiense. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande, v. 4, n. 10, p. 873-880, 2006. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n4/v10n4a14.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

AMERICAN PUBLIC HEATH ASSOCIATION. **21 TH: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 th ed. Washington Dc: American Public Heath Association Apha, 2005. 541 p. Disponível em: <http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Portal da qualidade das águas: avaliação de qualidade**. 2016. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>>. Acesso em: 15 jun. 2016

_____. Agência Nacional de Águas (ANA). Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em: 05 jun. 2016.

_____. Agência Nacional de Águas (ANA). **Portal da qualidade das águas: Indicadores de Qualidade - Índice De Qualidade Das Águas**. 2016. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn1>. Acesso em: 31 out. 2016

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. Série B. Textos Básicos de Saúde. Disponível em: <<https://setordevirologiaufsm.files.wordpress.com/2013/01/vigilc3a2ncia-e-controle-de-qualidade-da-c3a1gua-para-consumo-humano.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2016.

_____. **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. Brasília: Diário Oficial da União, 14 dez. 2011. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2016.

_____. 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. **Resolução Conama Nº 396, de 3 de Abril de 2008**. Brasília: Diário Oficial da União, 07 abr. 2008. p. 64-68. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

_____. MINISTÉRIO DA SAUDE. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília-DF: Fundação Nacional de Saúde, 2014. 116 p.

Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Águas subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido.** 2007. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

COSTA, Cecília Leite et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 2, n. 33, p.171-180, 2012. Semestral. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/viewFile/10469/12164>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - (Org.). **Instruções para Coleta e Entrega de Amostra de Água para Análise Bacteriológica.** Brasília-df: Laboratório de Análises Minerais –lamin, [s.d.]. 3 p. ANEXO II DA FEAB. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Coleta_Entrega_Amostras_Analise_Bacteriologica.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

ESPIRITO SANTO (Estado). **Lei nº 6.295, de 26 de julho de 2000.** Dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas do domínio do Estado e dá outras providências. 2000. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/leis/html/LO_6295.html>. Acesso em: 17 jun. 2016.

_____. **Instrução Normativa nº 001, de 27 de janeiro de 2016.** Institui procedimentos e critérios para requerimento e obtenção da Declaração de Uso de Água Subterrânea no Estado do Espírito Santo, regulamenta os usos já existentes de recursos hídricos subterrâneos e a futura obrigatoriedade de requerimento do instrumento de Outorga. Vitória Disponível em: <<http://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/instrucao-normativa-agerh-001-2016>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

FAVERI, Caroline de. Saneamento e epidemiologia ambiental: doenças de veiculação hídrica. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Alta Paulista, v. 9, n. 11, p.575-580, 2013. Mensal. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/issue/view/65>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FEITOSA, Fernando A. C. et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 2008.

FRANCA, Raimunda Moreira da et al. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Eng. Sanit. Ambient**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p.92-102, 2006. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n1/29142.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALVES, Valter Galdiano. **Orientações para a utilização de águas subterrâneas no Estado de São Paulo.** São Paulo: Abas – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2005. Disponível em: <<http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

INCAPER-Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. **Dados meteorológicos médios, para o município de São Mateus-ES, obtidos na estação meteorológica automática do INMET.** Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=saomateusauto_bol>. Acesso em: 30 out. 2016.

LEÃO, Adriano et al. **Mais de 30 municípios em situação crítica por falta de chuva.** 2016. Elaborado pelo Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.es.gov.br/Noticias/180104/mais-de-30-municipios-em-situacao-critica-por-falta-de-chuva.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à hidrogeografia.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MODESTO, Rosângela Paciniet al. **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

MOURÃO, Maria Antonieta; LIMA, José do Espírito Santo; MONTEIRO, Eduardo Araújo. Os Sistemas Aquíferos Do Norte Do Estado Do Espírito Santo: Potencial De Exploração e Diagnóstico Atual de Aproveitamento. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, p.1-21, 2002. Trimestral. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22814/14974>>. Acesso em: 30 out. 2016.

OLIVEIRA, Gislayne Alves et al. Avaliação da qualidade da água subterrânea: estudo de caso de Vilhena – RO. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 2, n. 29, p.213-223, 2015. Semestral. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28399/18523>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

OLIVEIRA, Rui de; FERNANDES, Carlos. **Determinação da Dureza Total: Dureza de Cálcio e Magnésio.** Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Dureza.html>>. Acesso em: 26 out. 2016.

PAULI, Aline Roberta de et al. Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano na região rural do município de Toledo-PR. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, p.1-19, 2014. Semestral. Suplemento - XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28332/18436>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

PIMENTA, Thaianie Salgado et al. **Vivenciando a Atividade Investigativa na Análise da Qualidade da Água em um Grupo de Trabalho Diferenciado.** 2013. Repositório Digital da UFMG. Disponível em: <https://dspaceprod02.grude.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/RDUFMG/866/Artigo_Qualidade_da_água_CP_3º_Ciclo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 out. 2016.

PINTO, Nelson L. de Sousa et al. **Hidrologia básica.** Sao Paulo: Blucher, 2014.

REIS, José Antonio Tosta dos; MENDONÇA, Antônio Sérgio Ferreira. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro-rj, v. 3, n. 14, p.353-362, 2009. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n3/v14n3a09.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

RODRIGUES NETO, M. P. Estudo da qualidade de águas de poços no Iguape-CE. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/11437>>. Acesso em: 15 out 2016.

RUIVO, Waldney de Paula et al. Controle Microbiológico e Potabilidade de Minas, Poços e Nascentes Do Município De Espera Feliz - MG. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Itaperuna-rj, v. 1, n. 6, p.84-90, jul. 2015. Semestral. Disponível em: <<http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/103/76>>. Acesso em: 30 out. 2016.

SILVA, Arivelto Cosme da. **Estudo da contaminação do lençol freático através da integração de técnicas geofísicas e geoquímicas em Ji-Paraná- RO**. 2008. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/102908>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAUJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciênc. saúde coletiva**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000400023&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 jun. 2016.

SILVEIRA, Amanda. **Águas subterrâneas como potencial no Espírito Santo**. 2016. Elaborado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Disponível em: <<http://www.abes-es.org.br/aguas-subterraneas-como-potencial-no-espírito-santo>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRG-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

VILLANUEVA, Tereza Cristina Bittencourt et al. Diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas e elaboração do mapa de uso e ocupação dos solos na região de Irecê-BA. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 1, n. 29, p.30-41, 2015. Semestral. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27932>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

ZAN, Renato André et al. Análise Microbiológica de Amostras de Água de Poços Rasos Localizados no Município de Buritis, Região do Vale do Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel-ms, v. 8, n. 8, p.1867-1875, 2012. Trimestral. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/7293/pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA CADASTRAMENTO DE USUÁRIOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

QUESTIONÁRIO PARA CADASTRAMENTO DE USUÁRIOS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS			
Código do Ponto:			
Código da Fotografia:			
Nome:			
Endereço:			
Município:	UF:	CEP:	
Tel.:			
POÇO	Localização em Coordenadas UTM WGS 84:		
	X: _____		
	Y: _____		
	Diâmetro do Poço (cm):		
	Cota do Terreno (m):		
	Profundidade (m):		
	Poço Revestido? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Caso afirmativo, qual o tipo de revestimento?			
Possui proteção sanitária? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>			
FOSSA	Localização em Coordenadas UTM WGS 84:		
	X: _____		
	Y: _____		
	Tipo de Fossa:		
Distância do poço até a fossa (m):			
1. Qual (is) método(s) utilizado(s) para escolha do local para a abertura do poço?			
Geofísica <input type="checkbox"/>	Nenhum <input type="checkbox"/>	Imagens <input type="checkbox"/>	Bibliografia <input type="checkbox"/>
Outros: <input type="checkbox"/>	Quais: _____		
2. Qual o tipo de poço?			
Tubular <input type="checkbox"/>	Cacimba <input type="checkbox"/>	Escavado <input type="checkbox"/>	Outro: _____
3. Há quanto o poço foi perfurado?			
4. O poço foi construído observando alguma norma técnica? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>			
5. Qual o método de Captação utilizado? Bomba Centrífuga <input type="checkbox"/> Bomba autoaspirante <input type="checkbox"/> Bomba injetora <input type="checkbox"/> Outro: _____			
6. Qual a Vazão máxima (m ³ /h):			
7. Qual a Potencia Nominal do Equipamento (CV):			
8. Qual a fonte de energia da Bomba?			
9. Qual a finalidade de uso da água? Consumo humano <input type="checkbox"/> Despejo animal <input type="checkbox"/> Irrigação <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Outros: _____			
10. É realizada análise da qualidade da água?			
11. Quantidade de pessoas abastecidas: _____			
12. Há tratamento após a captação?			
13. Caso afirmativo. Qual o tipo de tratamento?			
14. A água captada chega a ser ingerida ou é utilizada no preparo de alimentos?			
15. Fontes potenciais de contaminação observadas (ex.: cemitério, lixão, posto de combustível, indústrias, curume, utilização de agrotóxicos, etc.):			
Observações:			
Data:	Horário	Nome do responsável pelo preenchimento do questionário:	