

I-193 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE POÇO PARA ABASTECIMENTO HUMANO EM CONDOMÍNIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO ESPÍRITO SANTO

Mariângela Dutra de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora da Coordenadoria de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes)

Walquiria Vieira Dias Gava⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes).

Marluce Martins de Aguiar⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Vitória, 1729 – Jucutuquara – Vitória – ES – CEP: 29040-780 – Brasil – Tel: +55 (27) 99969-2509 – e-mail: mariangeladutra@ifes.edu.br

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável no cotidiano humano e a garantia de sua qualidade é imprescindível para a manutenção da saúde de seus consumidores. Sabe-se que no Brasil o uso de fontes alternativas para o abastecimento humano vem aumentando a cada ano. Estudos mostram que a qualidade das águas subterrâneas utilizadas em áreas urbanas pode oferecer riscos à saúde de seus usuários. Com base nisto, o presente estudo objetivou analisar a água de seis poços localizados na RMGV e discutir a adequação dos parâmetros Cloro Residual, Cor Aparente, Dureza, Sólidos Totais Dissolvidos, Turbidez, pH, Coliformes Totais e *E. coli* à Portaria Consolidada n.º 5/2017. Também foram utilizados para a discussão os dados de precipitação acumulada e temperatura média dos dez dias anteriores às coletas, a localização e situação dos poços e dados de análises feitas pelos imóveis anteriormente. Foram efetuadas visitas aos locais para a observação do entorno dos poços e a realizadas coletas de água no período de maio a outubro de 2017. Verificou-se que 85/108 amostras se encontravam desconformes para pH, para Cloro Residual 12/108 amostras obtiveram valor superior ao recomendado pela Portaria e o restante das amostras não pôde ser quantificada para este parâmetro, pois o valor presente na amostra era inferior ao limite de detecção do método. Para Coliformes, 34/108 amostras foram positivas e dentro delas, 17/34 foram positivas também para *E. coli*. O restante dos parâmetros esteve dentro dos limites estabelecidos pela Portaria, porém como este trabalho não realizou todas as análises necessárias, não é possível garantir a potabilidade da água em nenhum dos poços. A legislação determina que, em locais onde exista rede de distribuição, não é permitido o uso de soluções alternativas de abastecimento, logo, ainda que haja o atendimento a todos os parâmetros, o imóvel deve ser abastecido pela rede, pois situam-se em área urbana que possui abrangência de abastecimento público.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, Qualidade da água, Área Urbana, Água Potável, Abastecimento de Água.

INTRODUÇÃO

De todos os recursos naturais, a água constitui-se no mais importante, por ser elemento fundamental, não só à vida, mas a todas as atividades desenvolvidas pelo homem, incluindo o consumo (PIVELI; KATO, 2006). A garantia de que a água para consumo humano atenda aos padrões de potabilidade é indispensável para a manutenção da saúde pública (SILVA; ARAÚJO, 2003).

Com o crescente comprometimento da qualidade das águas superficiais, o uso das águas subterrâneas em áreas urbanas vem aumentando. Este fato é preocupante devido às muitas fontes de contaminação urbanas e a falsa ideia de que as águas subterrâneas estão livres de impurezas (AYACH et al., 2009).

Segundo dados da Agência Nacional de Águas (2017) a estimativa é de que a disponibilidade de água subterrânea no Brasil seja em torno de 14.650m³/s. Em janeiro de 2008 havia informação de aproximadamente 145 mil fontes de abastecimento de água subterrânea cadastradas no Brasil. Este número subiu em outubro de 2016 para 278 mil fontes cadastradas indicando um aumento de 22% no período. Esta situação pode ser explicada, dentre outros fatores pela escassez hídrica dos últimos anos.

Trabalhos sistematizados publicados sobre a avaliação da qualidade da água subterrânea no Brasil indicam que os principais contaminantes são: nitrato, derivados de petróleo, metais pesados, vírus e bactérias patogênicas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água de seis poços localizados no Estado do Espírito Santo, tendo como base a Portaria de Consolidação n.º 5/2017, as características físicas do poço e do seu entorno, sua localização geográfica e condições climáticas no período de coleta.

METODOLOGIA

Identificação e caracterização dos poços

Para a identificação dos locais de interesse foram realizadas buscas por residências com uso total ou parcial de água subterrânea na Agência Estadual de Recursos Hídricos, porém a quantidade de poços cadastrados no órgão ainda era limitada. Diante dessa dificuldade, foram feitas pesquisas em redes sociais buscando identificar habitações com as características adequadas ao estudo. Dentre as identificadas, os locais de coleta foram selecionados com base na facilidade de acesso à área e no consentimento e disponibilidade dos responsáveis para as coletas de amostras mensais.

Coleta de amostras e caracterização da água distribuída

A coleta de amostras foi realizada de acordo com as normas do Guia Nacional de Coleta (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2011), no período de maio a outubro de 2017, sempre na última semana de cada mês. Em todas as campanhas as amostras foram coletadas no mesmo ponto conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Pontos de coleta amostras de água dos poços

Poço	Local de coleta	Poço	Local de coleta	Poço	Local de coleta
CS1	Torneira no salão de festas	CV1	Torneira da área comum do condomínio	CVV1	Torneira de área comum dos moradores
CS2	Torneira no jardim	CV2	Torneira de um apartamento	CVV2	Saída do poço

Os parâmetros analisados neste estudo e as respectivas metodologias utilizadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros e metodologias utilizadas na caracterização da água distribuída pelos poços

Parâmetro	Metodologia	Referência
Turbidez	Método Nefelométrico (SM – 2130-B)	APHA (2005)
Cor Aparente	Método Comparativo (SM – 2120-E)	APHA (2005)
Condutividade	Método direto (SM – 2510 A)	APHA (2005)
pH	Método Eletrométrico (SM – 4500-H ⁺ B)	APHA (2005)
Cloro Residual	Método Iodométrico I (SM – 4500-Cl B)	APHA (2005)
Dureza	Método Titulométrico (SM – 2340-C)	APHA (2005)
Coliformes totais e <i>E. coli</i>	Método de presença/ausência (SM – 9221 D e F)	APHA (2012)

O valor dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foi estimado a partir do produto da condutividade pelo fator 0,5. Este fator foi utilizado com base nas informações contidas no manual do condutivímetro.

O método utilizado para a quantificação do Cloro Residual apresenta limite de detecção de 1mg/L. Nas amostras com valores inferiores a este número a análise se equiparava ao teste em branco, que é feito com água ultrapura, ou seja, sem cloro algum, tornando impossível a leitura da concentração do parâmetro.

Os dados de temperatura e precipitação médios dos dez dias anteriores a cada coleta foram levantados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Segundo Giampá e Gonçalves (2013), o clima exerce forte influência no condicionamento de águas subterrâneas, no que se refere à quantidade e qualidade da água armazenada.

RESULTADOS

Localização dos imóveis

Os imóveis escolhidos para a realização do estudo ficam localizados na Região Metropolitana da Grande Vitória, nas cidades de Serra, Vitória e Vila Velha. Neste trabalho, os imóveis foram identificados como Condomínio Serra 1 (CS1), Condomínio Serra 2 (CS2), Casa Vila Velha 1 (CVV1), Casa Vila Velha 2 (CVV2), Condomínio Vitória 1 (CV1) e Condomínio Vitória 2 (CV2).

Caracterização dos poços

Segundo informações dos responsáveis, todos os poços analisados neste trabalho foram perfurados por profissionais, localizam-se em locais planos e possuem bombas instaladas para a captação da água.

Os poços CS1, CS2 e CV2 encontram-se em locais protegidos, isolados de interferências externas e aparentemente distantes de fontes de contaminação, como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 - Poços CS1, CS2 e CV2

O poço CV1 situa-se abaixo do calçamento do pátio do condomínio e é coberto por uma tampa de metal, porém, como o local não possui qualquer tipo de abrigo, é suscetível a infiltração de água de chuva. O CVV1 fica em uma área sem calçamento e sem recobrimento nos fundos da casa, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 - Poços CV1 e CVV1

O CVV2, embora não esteja em ambiente isolado, fica em uma área calçada, limpa e com cobertura, como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3 - Entorno do poço CVV2

O bairro onde se situam os poços CVV1 e CVV2 não possui sistema de esgotamento sanitário, portanto, a ligação de esgoto das casas é feita diretamente na rede pluvial. A Região também possui histórico de inundações em decorrência de precipitações intensas.

As demais características levantadas acerca dos imóveis podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3 - Características dos poços e do entorno

Poço	Tipo de Abastecimento	Nº de moradias	Tipo de tratamento	Profundidade do poço	Distância do poço a fossa	Destinação do esgoto na região do poço
CS1	Total	304	Desinfecção	80 m	-	Ligado na rede
CS2	Total	288	Desinfecção, correção do pH e filtração	46 m	> 30 m	Fossa
CV1	Total	12	Desinfecção e correção do pH	32 m	-	Ligado na rede
CV2	Parcial	24	Desinfecção	60 m	-	Ligado na rede
CVV1	Parcial	3	-	> 20 m	-	Ligado na rede
CVV2	Total	1	-	> 20 m	-	Ligado na rede

Dados Climáticos

Os dados de temperatura e precipitação dos 10 dias anteriores a cada coleta foram considerados na interpretação dos resultados, visto que, segundo Giampá e Gonçalves (2013), o clima exerce forte influência no condicionamento dos reservatórios de água subterrânea, no que se refere à quantidade e qualidade da água armazenada.

As figuras 4 e 5 apresentam respectivamente, o acumulado de chuvas e as médias de temperaturas mensais nos períodos de maio de 2017 a outubro de 2017.

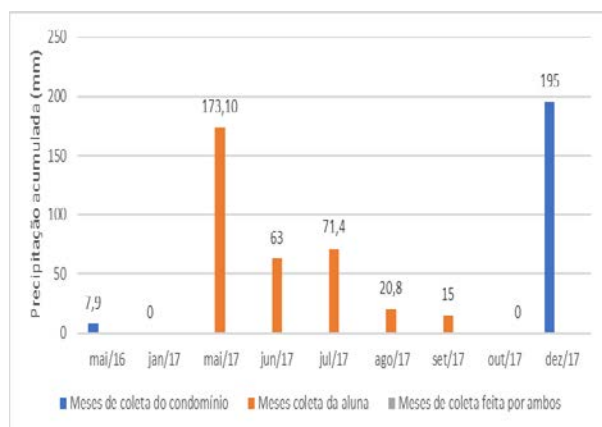


Figura 4 - Precipitação acumulada

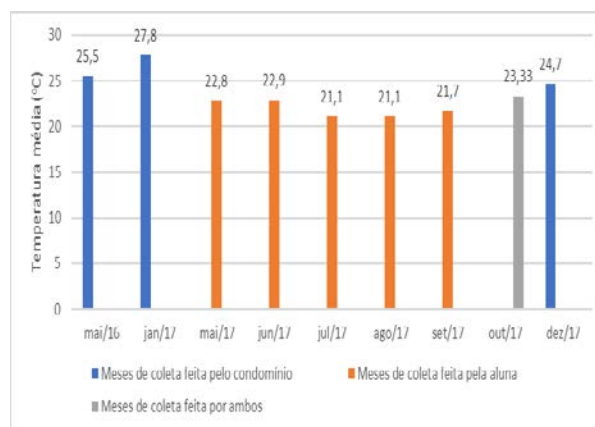


Figura 5 - Temperaturas médias

Discussão dos resultados

O intervalo de tempo contemplado pelas análises deste estudo não foi suficiente para que pudesse ser feita qualquer relação dos resultados obtidos com os dados climáticos levantados.

Nas análises realizadas foram encontrados valores fora do padrão de potabilidade para os parâmetros pH, Cloro Residual, Coliformes Totais e *E. coli*. Em alguns meses não foi possível quantificar a quantidade de Cloro Residual nos condomínios, pois os valores eram inferiores ao limite de detecção do método de 1mg/l.

Os valores de pH encontrados variaram de 4,4 a 6,7, sendo que 29/36 das análises realizadas apresentaram valores menores que o limite mínimo estabelecido na Portaria de Consolidação n.º 5/2017. Águas subterrâneas muito ácidas podem causar problemas de corrosão no equipamento de bombeamento do poço (FEITOSA et al., 2008). O único imóvel a apresentar valores inferiores a 4,5 foi o CV1, no mês de outubro (pH = 4,4). A figura 6 ilustra os valores de pH encontrados e limites preconizados pelo padrão de potabilidade.

O valor de Cloro Residual variou de zero (não detectado) à 5,3, sendo que 8/36 das análises realizadas apresentam valores acima do limite máximo estabelecido na Portaria de Consolidação n.º 5/2017.

Sabe-se que os poços CVV1 e CVV2 não realizam qualquer tipo de tratamento na água, logo, não era esperado obter quantificação para este parâmetro nestes imóveis.

O VMP recomendado pela Portaria para esse parâmetro é de 2mg/L, porém, visto que se trata de uma recomendação, valores superiores não a tornam imprópria para o consumo humano, no entanto, altas concentrações de Cloro residual podem conferir sabor e odor a água, podendo gerar queixas por parte de usuários (FERREIRA FILHO, 2017). Com base neste fato, pode-se afirmar que, dentre as amostras nas quais foi possível quantificar o Cloro residual, todas apresentaram valor acima do preconizado como VMP na Portaria 5/2017. A figura 7 ilustra os valores de Cloro Residual encontrados e limites preconizados pelo padrão de potabilidade.

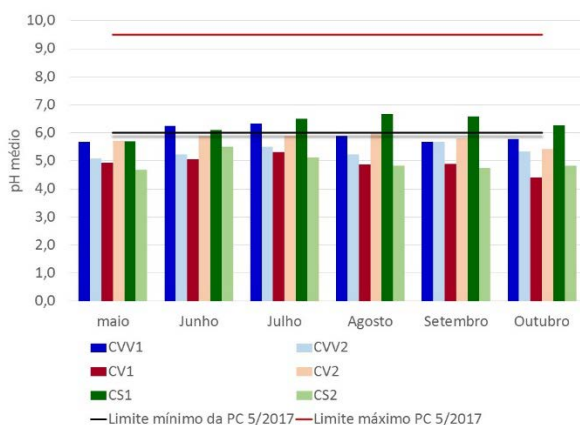


Figura 6 - Resultados das análises de pH

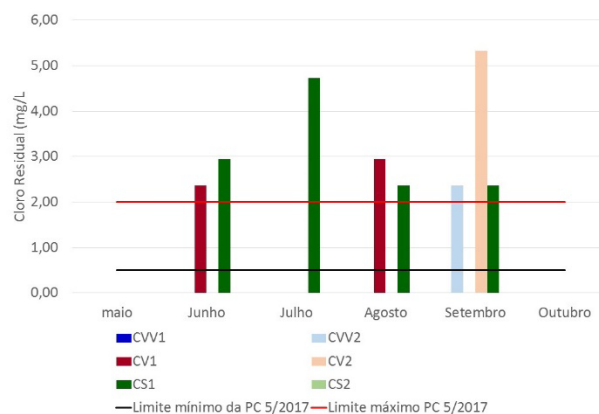


Figura 7 - Resultados das análises de Cloro Residual

Os resultados para cor aparente em todas as análises foram iguais a zero. Isto pode ser explicado pela metodologia utilizada para a quantificação do parâmetro. O método de comparação visual é subjetivo, sendo dependente da sensibilidade do operador. Além disso, colorações abaixo de 10 uH são praticamente imperceptíveis (PIVELI; KATO, 2006).

Os valores de Dureza nas amostras analisadas variaram de 8 a 98 mg/L. De acordo com a classificação americana de dureza, 63/108 amostras classificam-se como moles e o restante como moderadamente duras. (PIVELI; KATO, 2006). Todavia, a Portaria de Consolidação n.º 5/2017 limita a dureza a 500 mg/L. Como todas as amostras possuem valores inferiores a este limite, conclui-se, que neste aspecto, as águas de todos os poços estudados atendem ao padrão de potabilidade.

Os principais íons que conferem dureza a água são o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}). Em grande parte dos casos a dureza é decorrente do cálcio, porém, quando resultante do magnésio, este parâmetro pode ser indicativo de intrusão salina, visto que este íon é um dos principais indicadores de salinização (HELLER; PÁDUA, 2006; OLIVEIRA, 2016). Como pode ser observado na Figura 8, os resultados com maiores valores de dureza foram os pertencentes aos condomínios de Vitória, que são os imóveis mais próximos da região costeira, e às casas de Vila Velha, que se localizam em região alagável, sob influência da maré. É possível que estes resultados estejam associados ao avanço da cunha salina.

Os valores encontrados para os STD variaram de 21,97 a 276 mg/L. Apesar de todos os resultados serem inferiores ao limite de 1000 mg/L determinado na Portaria de Consolidação n.º 5/2017, pode ser visto na Figura 9 que, assim como para a dureza, os resultados com maior concentração de STD são os referentes aos condomínios de Vitória e Vila Velha.

Resultados semelhantes foram identificados no estudo de Silva et al. (2008), que identificaram maior concentração de STD nos poços que ficavam mais próximos da região costeira e concluíram que este resultado poderia ser consequente do avanço da cunha salina em direção ao continente.

A salinidade da água pode ser representada pelo valor de STD, pois possuem valores muito semelhantes, logo, este parâmetro pode ser considerado para a identificação de contaminação pela água do mar (BRADY; WEIL, 2012; OLIVEIRA; 2016; REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

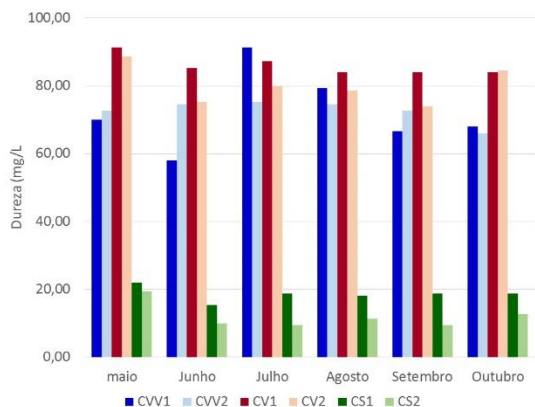


Figura 8 - Resultados das análises de Dureza

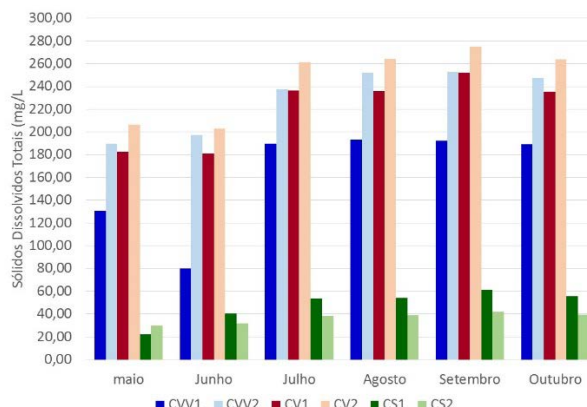


Figura 9 - Resultados das análises de Sólidos Dissolvidos Totais

Os resultados para turbidez foram todos iguais a 0,02 uT, que era o limite de detecção do aparelho.

Para Coliformes Totais foram identificadas amostras em não conformidade nos poços: CS2, CVV1 e CVV2 respectivamente nas proporções de 12/18, 12/12 e 4/12 amostras. Esta condição demonstra que a qualidade sanitária da água dos poços avaliados pode ser inadequada, refletindo a situação de risco em que se encontra a população que utiliza essas águas.

O CVV1, além de apresentar coliformes em todas as amostras, também apresentou presença de *E. coli* em 16/18 das análises. Colvara, Lima e Silva (2009) encontraram resultado semelhante em seu trabalho, onde 100% das amostras encontravam-se contaminadas por coliformes totais e 70% com coliformes termotolerantes. A contaminação de águas subterrâneas por coliformes tem sido relatada por outros autores no Brasil, podendo-se citar como exemplos o estudo desenvolvido por Patias et al. (2006) e Silva e Araújo (2003).

Embora CVV1 e CVV2 se localizem no mesmo bairro não apresentam a mesma contaminação, indicando que não é possível inferir a qualidade da água de um poço baseada em resultados de outro, visto que parâmetros físicos de construção, do entorno, bem como o funcionamento do mesmo são determinantes que para isso aconteça.

O poço CS2 apresentou o maior histórico de análises da qualidade da água distribuída realizada pelo condomínio. Com base nestes dados pode-se fazer associações com os dados obtidos neste trabalho para a obtenção de um histórico maior e buscar padrões de comportamento para os parâmetros estudados.

Na Figura 10 pode ser observado o histórico dos resultados das análises de pH do CS2, feitos com os dados fornecidos pelo condomínio e os obtidos neste trabalho.

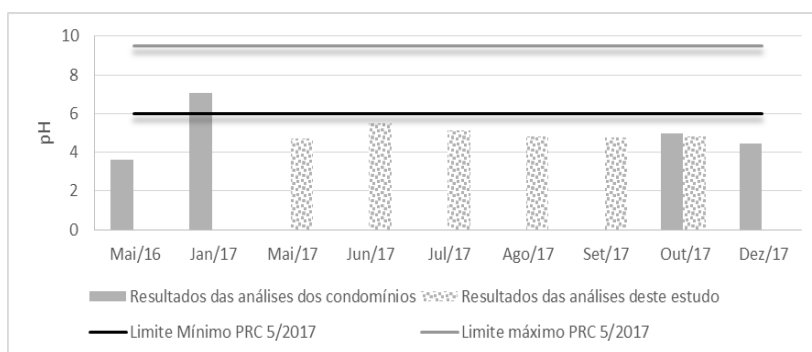


Figura 10 - Gráfico com histórico dos resultados das análises de pH para o CS2

O CS2 mudou o laboratório que faz as análises da água no decorrer do ano de 2017, desta forma os resultados obtidos em maio de 2016 e janeiro de 2017 são de laboratórios diferentes dos de outubro e dezembro de 2017. Este poderia ser um fator a contribuir para a variação nos valores de pH desses meses, em relação aos demais. A diferença também poderia estar associada a alguma possível mudança no tratamento realizado na água neste período.

Embora os resultados para STD tenham permanecido abaixo do limite preconizado pelo padrão de potabilidade, os valores encontrados neste trabalho foram inferiores aos das análises realizadas pelos condomínios. Esta diferença pode ser explicada pela diferença nas metodologias utilizadas para a quantificação dos dados. O método aplicado neste trabalho obteve o valor para STD por meio da multiplicação de um fator numérico (0,5) pelo valor obtido para a condutividade elétrica. Este número foi o padrão sugerido pelo próprio manual de instruções do condutivímetro, como forma de obter a relação dos parâmetros. É possível que este valor não fosse o ideal para a característica da água analisada, levando a erros nos resultados.

A Figura 11 apresenta os valores históricos de Sólidos Totais Dissolvidos, resultados obtidos nas análises realizadas pelo condomínio e ao longo deste estudo.

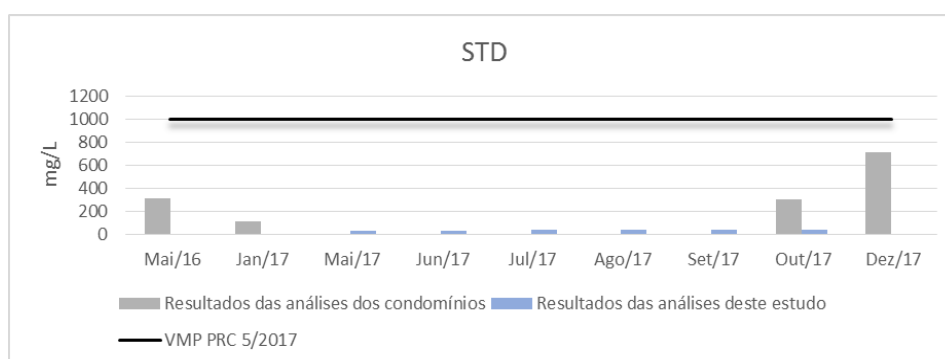


Figura 11 - Gráfico com histórico das análises de Sólidos Totais Dissolvidos para CS2

Os resultados para turbidez do condomínio apresentaram valores diferentes dos encontrados neste estudo, como pode ser visto na Figura 12. Apesar de ambas as análises terem sido realizadas com o mesmo método, é possível que haja divergências na sensibilidade dos aparelhos, levando a resultados discrepantes. Apesar disto, todos os valores encontrados foram inferiores ao VMP pela Portaria de Consolidação n.º 5/2017.

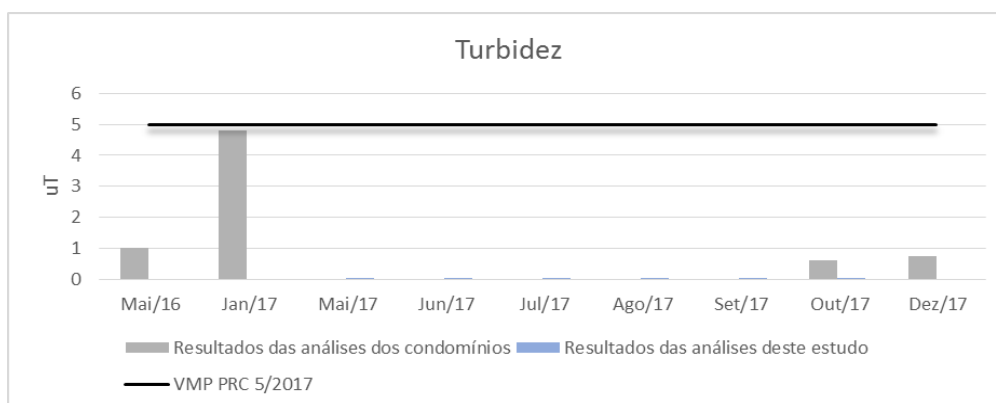


Figura 12 - Gráfico com histórico das análises de Turbidez para CS2

No mês de janeiro de 2017 o valor encontrado para o parâmetro esteve próximo do VMP pela Portaria Consolidada n.º 5/2017. De acordo Heller e Padua (2006) valores elevados de turbidez podem proteger microrganismos dos efeitos da desinfecção, por essa razão é desejável que a turbidez seja menor que 1uT para que a desinfecção seja eficiente.

Para cor aparente, os resultados atenderam a portaria em todos os meses, exceto em janeiro de 2017 onde o valor encontrado foi muito superior aos demais, como pode ser visto na Figura 13.

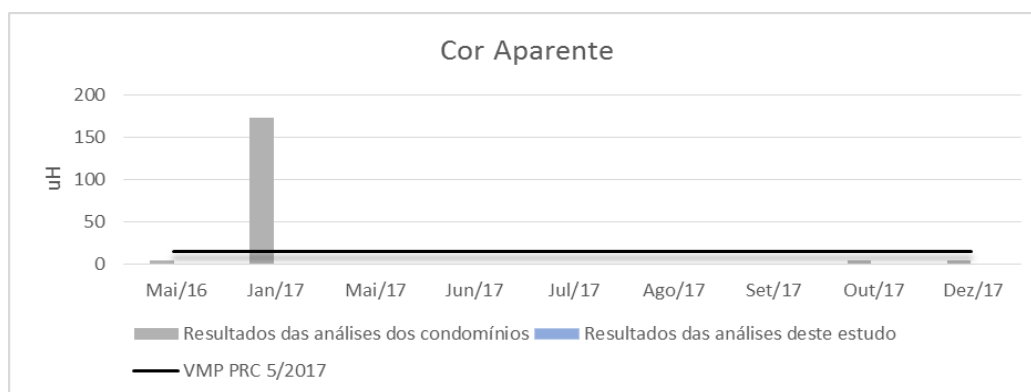


Figura 13 - Gráfico com histórico das análises de Cor aparente para CS2

A cor de uma amostra está associada com a presença de sólidos dissolvidos (PIVELI; KATO, 2006; VON SPERLING, 1996), como pode ser visto na Figura 12, dentre as análises realizadas pelo condomínio, janeiro foi o mês com o menor teor de STD. Além disso, no laudo do laboratório a água foi considerada de acordo com os padrões preconizados pela Portaria de Consolidação n.º 5/2017. Estes dois fatos associados, podem ser um indício de que houve alguma falha na transcrição do resultado, devendo ser melhor investigado.

Os resultados das análises realizadas pelo CS2 apresentaram elevadas concentrações de alumínio em maio de 2016 e em outubro e dezembro de 2017, nestes mesmos meses o pH também esteve abaixo dos valores definidos pela Portaria de Consolidação no 5/2017.

No trabalho de Alves et al (2012) em poços da cidade de São Francisco do Itabapoana, no Rio de Janeiro, os resultados foram semelhantes e os autores relacionaram as altas concentrações de alumínio com os valores baixos do pH, devido ao aumento de solubilidade do alumínio da água nessas condições. O estudo do Ministério Público do estado do Pará (2015) em poços de residência do município de Barcarena, também mostrou valores altos para o alumínio, porém, neste caso, como a região pertencia a uma área industrial que sofreu acidentes ambientais e possuía elevada taxas de emissões atmosféricas a associação foi feita a este fato.

Como os resultados dos estudos se assemelham e a região do bairro do CS2 fica próxima a uma grande área industrial da Região Metropolitana da Grande Vitória, pode-se supor que estes fatores também podem ter

contribuído para o aumento da concentração deste parâmetro na água deste poço, situação que deve ser melhor investigada.

CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou verificar a qualidade da água através dos parâmetros pH, cloro residual, cor aparente, dureza, turbidez, STD, coliformes totais e E. coli nos poços CS1, CS2, CV1, CV2, CVV1 e CVV2, segundo a Portaria Consolidada n.º 5/2017, bem como as condições do entorno e suas possíveis relações com os resultados encontrados.

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a pior situação encontrada em relação à qualidade da água foi a presença de E. coli detectada em 16/18 amostras da CVV1 e 1/18 do CS2. Além disso, o teste para coliformes totais foi positivo em todas as amostras da CVV1, em 4/18 da CVV2 e em 12/18 do CS2.

Um expressivo número de amostras também apresentou resultados desconformes para pH, 85/108 amostras exibiram valores abaixo do recomendado pela Portaria Consolidada n.º 5/2017. Dentre as análises realizadas pelos condomínios, o resultado mais preocupante foi a alta concentração de alumínio encontrada no CS2, que, segundo estudos, pode gerar riscos sérios à saúde de seus consumidores.

Os poços que atenderam às exigências da Portaria Consolidada n.º 5/2017 em todos os meses para os parâmetros analisados foram o CS1, o CV1 e o CV2. Apesar disto, esses resultados não são suficientes para atestar que a água destes poços é adequada para consumo humano, pois não foram realizadas todas as análises que a Portaria exige para garantir a potabilidade da água.

Em nenhum dos poços avaliados há definição de responsável técnico para o monitoramento da qualidade da água, condição preconizada pela Portaria de Consolidação n.º 5/2017. Embora o CS1 e o CS2 realizem análises periódicas, e as divulguem a seus moradores, conforme exige a legislação, as frequências são menores que as propostas e o controle não é feito para todos os parâmetros que a Portaria exige. Além disso, a água no CS2 foi utilizada mesmo nos meses em que o laudo do laboratório concluiu que ela não atendia ao padrão definido pela Portaria.

Nas CVV1 e CVV2 não há qualquer tipo de tratamento na água consumida pelos moradores, o que também descumpra a exigência da Portaria, que determina que toda água para consumo humano fornecida coletivamente deve passar por desinfecção.

Verificou-se que os resultados encontrados para os parâmetros avaliados neste trabalho se assemelham aos de outros estudos realizados em área urbana com características similares às encontradas nos locais de estudo deste trabalho.

As condições de construção dos poços estavam aparentemente adequadas nos imóveis: CS1, CS2 e CV2, localizando-se em áreas isoladas e protegidas de interferências externas. Os outros, porém, encontram-se em condições impróprias segundo as boas práticas de operação que a literatura recomenda. Além disso, os poços CVV1 e CVV2 situam-se em área inundável e que não possui rede coletora de esgoto, fatores que podem agravar o risco de contaminação.

De todos os imóveis estudados, os únicos que sabiam da existência de estudos para a caracterização da água bruta no momento da perfuração foram os CS1 e CS2, porém, nenhum deles forneceu essas informações.

A Portaria Consolidada n.º 5/2017 determina que em locais onde há rede de distribuição o uso de soluções alternativas de abastecimento de água não é permitido. Com base nisto, conclui-se que independentemente de a água possuir todos os parâmetros em conformidade com os limites exigidos pela Portaria, os imóveis devem ser abastecidos pela rede pública.

Visto que todas as habitações estudadas se localizam em áreas urbanas que possuem rede de abastecimento público, a recomendação é que seja feita a ligação com o sistema, que oferece maior segurança a seus usuários pois está sujeito ao controle e vigilância da qualidade da água.

Com os dados obtidos neste estudo, é possível afirmar que os imóveis CVV1, CVV2 e CS2 não atendem a Portaria de Consolidação n.º 5/2017, pois apresentaram não conformidade nos testes dos parâmetros microbiológicos realizados, logo, podem representar risco à saúde de seus consumidores. Para as demais localidades, não é possível afirmar a adequação, visto que, dentro dos parâmetros estudados, não houve alterações que ofereçam risco à saúde segundo a Portaria. Entretanto, neste trabalho não foram realizadas todas as análises necessárias para o atestado da potabilidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas E Efluentes Líquidos: Guia Nacional De Coleta E Preservação De Amostras**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2016.
2. _____. **Conjuntura recursos hídricos Brasil 2017**. Brasília: Agência Nacional de águas, 2017. Disponível em: <http://biblioteca.ana.gov.br/index.asp?codigo_sophia=73288>. 16 de abr. 2018.
3. ALVES, Maria da Glória et al. Qualidade das águas subterrâneas dos poços profundos do Município de São Francisco de Itabapoana-RJ. Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2012, Bonito. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo: Abas, 2012. v. 1, p. 1 - 8. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27798/18027>>. Acesso em: 25 ago. 2018.
4. APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater**. 21. ed. Washington: Apha, 2005.
5. ____; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater**. 22. ed. Washington: Apha, 2012.
6. AYACH, Lucy Ribeiro et al. Contaminação das águas subterrâneas por coliformes: um estudo da cidade de Anastácio-MS. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 4, n. 1, p.5-26, jun. 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/3047167/Contaminação_das_águas_subterrâneas_por_coliformes_um_estudo_da_cidade_de_Anastácio-MS>. Acesso em: 25 nov. 2016.
7. BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. **Elementos da Natureza e Propriedades Dos Solos**. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2012. 716 p.
8. BRASIL. (2017). Portaria de consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **PRC n.º 5, de 28 de setembro de 2017**. Brasília, Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em: 23 mai. 2018.
9. COLVARA, Júlia Goldbeck; LIMA, Andréia Saldanha de; SILVA, Wladimir Padilha da. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 11, n. 2, p.11-14, ago. 2009. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/especial_2009/v11_edesp_03.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.
10. FEITOSA, Fernando A. C. et al (Org.). **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cprm, 2008. 812 p.
11. FERREIRA FILHO, Sidney Seckler. **Tratamento de água: Concepção, projeto e operação de estações de tratamento**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017. 472 p.
12. GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 498 p.
13. HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Ufmg, 2006.
14. PARA. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ. **Análise do estudo da qualidade da água de consumo de moradores do município de Barcarena – PA**. Pará: Ministério Público do estado do Pará, 2015. 17p. Disponível em: <<https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsubsites/upload/41/Analise%20de%20Agua%20para%20Consumo%20-%20PJ%20Barcarena.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2018.
15. OLIVEIRA, Aryane Mota de. Modelagem do avanço da cunha salina em sistema aquífero costeiro. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento,

- Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1406/1/Modelagem%20do%20avan%C3%A7o%20da%20cunha%20salina%20em%20sistema%20aqu%C3%ADfero%20costeiro.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2018.
16. PATIAS, Ian da Silva et al. Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas utilizadas no abastecimento de zonas rurais de Jaguari, Rio Grande do Sul, Brasil. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 40, n. 151, p.73-82, set. 2016. Trimestral.
 17. PIVELI, Roque Passos; KATO, Mario Takayuki. Qualidade das águas e poluição: **Aspectos físico-químicos**. 2006. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. 285 p.
 18. SILVA, José Gonzaga da et al. Fatores potencialmente influentes na qualidade das águas subterrâneas na faixa costeira do Município de Fortaleza -Ceará. **Águas Subterrâneas**, [S.l.], set. 2008. ISSN 2179-9784. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23717>>. Acesso em: 30 out. 2018.
 19. REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces No Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 732 p.
 20. SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 8, n. 4, p.1019-1028, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000400023>. Acesso em: 30 nov. 2016.
 21. VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 1996. 243 p.