

Avaliação da qualidade de águas de poços da zona rural e urbana da cidade de Viçosa do Ceará (Brasil) de acordo com parâmetros físicos e químicos

Lívia Cristine Almeida Magalhães^{1*}, Francisco Amílcar Moreira Junior², Francisco Steferson Portela Lima³, Letícia Lacerda Freire⁴, Pablo Gordiano Alexandre Barbosa⁵

¹ Aluna do Curso Técnico em Meio Ambiente. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil: (*Autor correspondente: livia9774@gmail.com);

² Mestre em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil;

³ Técnico em Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil;

⁴ Técnico em Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil;

⁵ Doutor em Química (Química Analítica), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil;

Histórico do Artigo: Submetido em: 22/05/2019 – Revisado em: 30/05/2019 – Aceito em: 05/07/2019

RESUMO

Com o aumento populacional e das atividades que fazem o contínuo uso hídrico, este bem se encontra cada vez mais escasso com o passar dos anos. Além da diminuição, a poluição da água por diferentes meios tem se intensificado principalmente pela falta de saneamento básico no país, o que tem comprometido demasiadamente a saúde pública. Dessa maneira, a qualidade das águas que chegam à população não é tão satisfatória quanto deveria ser. Visando identificar as características das águas de poços da cidade de Viçosa do Ceará, foram feitas análises físico-químicas no laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, no município de Sobral/CE. As análises ocorreram em três pontos diferentes da cidade, de forma a possibilitar uma distribuição equânime da caracterização do saneamento ambiental do município, mais precisamente, quanto ao critério de acesso a águas de qualidade pela população. As análises foram realizadas em três datas distintas de forma que, auxiliassem para a obtenção de uma melhor variação estatística dos dados e de precisão aos parâmetros prescritos em legislação pertinente. Assim, o intuito desta pesquisa é verificar a qualidade do acesso à água pela população do município e identificar os possíveis riscos sanitários inerentes à deficiência do sistema de esgotamento sanitário. Dentre os parâmetros obtidos foi possível observar alguns dados preocupantes, principalmente no ponto ligado ao centro da cidade e que possui um maior aglomerado de pessoas residentes.

Palavras-Chaves: Saneamento Ambiental, Água, Esgotamento Sanitário, Saúde Pública.

Evaluation of physical and chemical parameters of well water in rural and urban areas of the city of Viçosa do Ceará (Brazil).

ABSTRACT

Due to population growth and increase in activities that make continuous water use, this asset is becoming increasingly scarce. In addition, water pollution by different means has been intensified mainly by the lack of basic sanitation in Brazil, which has overly compromised public health. With this, the quality of water reaching the population is not as satisfactory as it should be. In order to identify the characteristics of water wells in the city of Viçosa do Ceará, physico-chemical analyzes were carried out in the laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará, in the municipality of Sobral, Ceará, Brazil. The analyzes took place in three different points of the city, and it happened in a way to allow a balanced characterization of the municipality environmental sanitation, more precisely regarding access to quality water by the population. The analyzes were carried out on three different dates, in order to obtain a better statistical variation of data and accuracy of the parameters prescribed in the pertinent legislation. Thus, the purpose of this research is to verify the quality of access to water by the population of the municipality, and to identify the possible sanitary risks inherent to the deficiency of the sanitary sewage system. Among the parameters obtained, it was possible to observe some worrisome data, mainly in the point connected downtown and that has a greater agglomeration of inhabitants.

Keywords: Environmental Sanitation, Water, Sanitation, Public Health.

1. Introdução

A água é um recurso natural de suma importância no planeta terra que é responsável pela existência de todos os seres vivos. Silva, Silva e Carvalho (2010) afirmaram em seus estudos que de acordo com o aumento populacional a procura por água doce também aumenta. Com isso, não é possível fornecer água de qualidade para indústria, agricultura e consumo humano se não houver aproveitamento de águas subterrâneas. O Ministério do Meio ambiente (2007) define as águas subterrâneas como aquelas que se encontram sob a superfície da Terra, preenchendo os espaços vazios existentes entre os grãos do solo, rochas e fissuras.

A obtenção de águas subterrâneas pode ser feita por poços profundos e artesianos. Em locais onde há longos períodos de seca, o uso desse artifício é ainda mais comum. Entretanto, é preocupante a utilização desta fonte devido a diversos tipos de poluições a que os lençóis subterrâneos estão sujeitos e que, não podem ser facilmente identificados. No Brasil, a Portaria de Consolidação Nº 05 de 2017 é responsável pelo controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. Seu padrão de potabilidade estabelece os Valores Máximos Permitidos (VMP) para contaminantes bacteriológicos e para as características físico-químicas que representam riscos para a saúde (BRASIL, 2017).

A resolução Nº 396 de 2008 do CONAMA apresenta a classificação de águas subterrâneas e as enquadra em classes, considerando a necessidade de se promover a proteção da qualidade das águas e informar sobre os Valores Máximos Permitidos (VMP) de contaminantes em diversos usos e também os limites de quantificação praticáveis (LQP) que é definido como menor concentração de uma substância que pode ser determinada na amostra de água.

A água subterrânea é uma fonte segura para o consumo humano. A UNESCO (2007) afirma que em grande parte dos casos a água subterrânea pode ser menos contaminada que a superficial, pois as camadas rochosas juntamente com a camada de solo podem funcionar com proteção para essas águas confinadas. Porém a água subterrânea é colocada em perigo com o aumento da população e conseqüentemente modificações do uso da terra e da indústria.

Silva e Araújo (2003) afirmam que a qualidade hídrica pode estar comprometida devido a muitos fatores tais como o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura representam algumas destas fontes de contaminação.

No Brasil ainda há grande deficiência no sistema de saneamento público, Varnier e Hirata (2002) mostraram em seus estudos que 40% da população faz uso de fossas rudimentares, o que gera uma disposição inadequada dos efluentes líquidos muitas vezes diretamente no aquífero. Um agravante a este problema são as favelas e zonas urbanas, devido à grande densidade populacional e a demasiada concentração de fossas negras, muito próximas aos poços que são usados para abastecer a população.

A questão de averiguar a qualidade da água de consumo é de suma importância para a saúde pública, pois evita doenças e informa a população sobre os riscos corridos. Sendo assim, na cidade de Viçosa do Ceará, localizada no noroeste cearense, foi realizado um estudo pioneiro sobre a qualidade das águas dos poços da região, levando-se em consideração três pontos diferentes que abrangem uma significativa área da cidade.

O intuito da pesquisa é verificar a qualidade da água que a população local tem acesso e identificar possíveis contaminações causadas pelo esgotamento sanitário inadequado existente. A partir dos resultados obtidos, também será possível observar o impacto das influências do escoamento das águas subterrâneas para a diluição ou a maior contaminação nas residências.

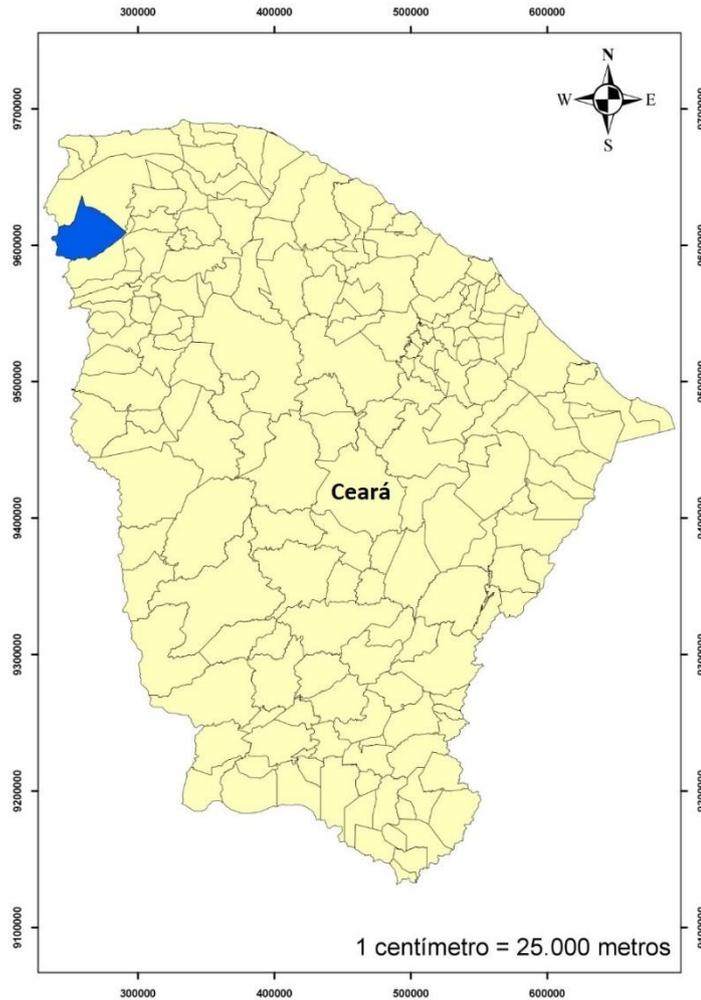
2. Material e Método

2.1 Área de Estudo

O município de Viçosa do Ceará está localizado no estado do Ceará, possui uma área de 1311,6 Km² e uma população estimada de 60.355 habitantes de acordo com o último censo (IBGE,2010). Está localizado na Microrregião da Ibiapaba, Mesorregião do Noroeste Cearense. O clima predominante da cidade é o tropical,

que se caracteriza pela predominância de chuvas e calor. As coordenadas geográficas da cidade são 03° 33' 44" S e 41° 05' 32" W. A Figura 01 demonstra a referida localização do município destacado no mapa do estado do Ceará.

Figura 01- Localização geográfica da cidade de Viçosa do Ceará



Fonte: Autor (2019)

Estudos feitos por Aguiar e Veríssimo (2012) buscaram mostrar o potencial hídrico subterrâneo do aquífero Serra Grande na porção oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba, proporcionando a identificação de áreas favoráveis às captações subterrâneas destinadas ao abastecimento humano e animal, a irrigação e a indústria. Viçosa do Ceará está inserida no aquífero Serra Grande, e assim como nas demais cidades da Serra da Ibiapaba o abastecimento de água através de poços profundos é bastante utilizado no município. A principal utilização deste tipo de uso ocorre principalmente na zona rural, aonde, em alguns lugares ainda são inexistentes as tubulações de distribuição de água tratada.

2.2 Procedimentos Metodológicos

2.2.1 Pontos de coleta

Foram determinadas no presente estudo, as características/parâmetros das águas de poços profundos em três pontos distintos do município levando em consideração as particularidades de cada uma das localidades. Nas amostras foram feitos três ensaios para cada um dos seguintes parâmetros: pH, Condutividade, Turbidez, Cor, Cloreto, Ferro, Nitrato, Nitrito, Amônia e Ortofosfato.

Os três pontos da cidade de Viçosa do Ceará, englobaram tanto a parte da zona urbana como zona rural do município. A Figura 2 mostra a localização aproximada dos pontos de coleta.

Figura 2- Pontos de coleta de amostra de água para análise em laboratório



Fonte: Google Earth (2019)

- Amostra 1 - Sítio Delgada, localizado na zona rural de Viçosa do Ceará e fica a aproximadamente a 4,9 km do centro da cidade. As coordenadas geográficas do local de coleta são 3°33'47"S e 41° 7'51.24" O;
- Amostra 2 - Centro da Cidade de Viçosa do Ceará. As coordenadas geográficas do local de coleta são 3°34'7.67"S e 41° 5'29.50"O.
- Amostra 3- foi coletada, também na zona rural, no Sítio Brejo Grande que fica a aproximadamente 3,9 km de distância do centro da cidade de Viçosa do Ceará. As coordenadas geográficas do local são 3°35'12.39"S e 41° 6'9.17"O.

2.2 Análise das amostras

Os pontos escolhidos para a coleta das amostras englobam diferentes cenários. As amostras 1 e 3 estão localizadas na zona rural enquanto a amostra 2 se encontra em zona urbana.

Após a escolha dos pontos de coleta, as amostras foram recolhidas em recipientes limpos e secos e, acondicionadas em isopor até o momento dos ensaios em laboratório. Teve-se com o presente estudo, o cuidado para que as características físico químicas das amostras se mantivessem preservadas e livres de contaminantes. Todos os equipamentos utilizados para as análises no laboratório estavam devidamente calibrados.

Os ensaios foram feitos em laboratório no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Sobral. Os parâmetros analisados foram comparados aos padrões da Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde Nº 5 de 2017 e Resolução Conama Nº 396 de 2008. A figura 3 representa as análises feitas com as amostras.

Figura 3- Análises Físico-Químicas realizadas no laboratório



Fonte: Autor (2019)

2.3 Cronograma de Coleta

Ao fim de cada análise, os resultados foram obtidos e comparados aos padrões da Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde Nº 5 de 2017 e Resolução Conama Nº 396 de 2008. Os ensaios das três amostras de água foram feitos nos dias 07 /03/2019, 21 /03/2019 e 04/04/2019, intervalados igualmente por 14 dias. Tal variação aconteceu de forma a auxiliar a melhor distribuição estatística dos dados e uma melhor precisão nos valores alcançados dos parâmetros obtidos em laboratório.

O maior intervalo entre as coletas ocorreu para auxiliar na verificação de influência ou não das chuvas para a diluição ou a concentração de poluentes nos poços subterrâneos.

3. Resultados e Discussão

3.1.1 – Resultado das análises feitas nas amostras do Sítio Delgada

Os parâmetros físicos avaliados nas amostras de águas foram cor, turbidez e condutividade já os parâmetros químicos são: pH, Ferro, Nitrato, Nitrito, Amônia e Ortofosfato.

Os resultados das análises feitas no Sítio Delgada estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Resultados das análises feitas na amostra 1.

Resultados analíticos das amostras do Sítio Delgada						
Parâmetro	07/03/19	21/03/19	04/04/19	Média ± Desvio Padrão	Padrão - Portaria do MS N° 5 de 2017	Padrão- Resolução Conama N°396
pH	6,00	5,81	5,57	5,79 ± 0,22	6,0 -9,5	-
Condutividade (µS/cm)	51,2	54,55	66,47	57.41 ± 8,03	-	-
Turbidez (UNT)	0,27	0,30	0,10	0,22 ± 0,11	5	-
Cor (uC)	5	5	5	5 ± 0	15	-
Cloreto (mg/L)	23,4	19,7	16,8	20,0 ± 3,3	250	250
Ferro (mg/L)	0,018	ND	0,005	0,012 ± 0,009	0,3	0,3
Nitrato (mg/L)	0,16	0,20	0,50	0,29 ± 0,19	10	10
Nitrito (mg/L)	ND	ND	ND	ND	1	1
Amônia (mg/L)	0,18	0,07	0,07	0,11 ± 0,06	1,5	-
Ortofosfato (mg/L)	ND	ND	ND	ND	-	-

Fonte: Autor (2019)

Observando os parâmetros que foram analisados nessas amostras, é válido ressaltar que em seus estudos Pavanelli (2001), constatou que a cor pode ser provocada por partículas dissolvidas de origem orgânica e vegetal, por subprodutos que provêm da ação de microorganismos e pela ação antrópica. Já a turbidez é obtida pela dispersão da luz quando essa sofre interferência de sólidos, areia e argila, presentes na amostra.

Naime e Fagundes (2005), afirmam que a turbidez está relacionada às partículas em suspensão, que podem ser explicadas pela erosão natural ou despejos de efluentes.

O mesmo autor afirma que o parâmetro Ph é uma característica que deve ser controlada, pois o mesmo influencia nos processos biológicos que ocorrem no meio aquático, assim como na toxicidade de alguns compostos nele presentes.

Em seu trabalho Albuquerque (2015), afirma que o nitrato se trata de um indicador de poluição antiga e pode ser causado principalmente por ações antrópicas. Em contrapartida, a poluição por nitrito está associada à poluição recente ou pode indicar um processo de poluição que está ocorrendo. A presença de nitrito também pode ser causada por ações humanas.

O Ministério da Saúde (2016) afirma que devido a presença de substâncias dissolvidas na água a mesma é capaz de conduzir corrente elétrica. Essas substâncias se dissociam em ânions e cátions e suas quantidades são proporcionais a capacidade de conduzir corrente elétrica.

Ainda segundo o Ministério da Saúde (2016), o parâmetro amônia pode indicar lançamento de esgoto com uma elevada carga orgânica e pode ser encontrada na forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose.

Sobre o parâmetro ortofosfato, pode-se dizer que é um indicador de fósforo em excesso na água. Ademais esse componente juntamente com o nitrogênio serve como alimento para organismos que podem provocar a eutrofização no corpo hídrico.

O ferro é uma substância que pode alterar as características das águas. Paiva, Wally e Baumgarten (2012) afirmam que, as águas subterrâneas, em geral, apresentam consideráveis quantidades de ferro e sua quantidade em excesso pode causar danos tanto nas tubulações quanto comprometer o seu uso para fins potáveis.

Pode-se observar que os resultados obtidos nas análises coletadas no Sítio Delgada não mostraram grandes divergências ao padrão estabelecido pela portaria do Ministério da Saúde e nem pela Resolução Conama n° 396, somente o parâmetro pH nas duas últimas amostras do Sítio Delgada apresentou valores abaixo do limite mínimo permitido, o que não é desejável, pois segundo Albuquerque (2015), o pH é um parâmetro regulador de diversas reações entre compostos, demonstrado através do teor de acidez ou basicidade do meio. Esse influi também diretamente nas reações biológicas de organismos vivos devendo ser mantido na faixa entre 6,0 a 9,0.

Ademais, Nitrito e Ortofosfato não estavam presentes nas amostras analisadas. O parâmetro Cloreto e Ferro diminuíram ao longo dos dias, o que pode ser explicado pelo aumento das chuvas em Viçosa do Ceará e consequente diluição destas substâncias nos lençóis freáticos da região.

3.1.2 – Resultado das análises feitas nas amostras do centro da cidade.

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos a partir das análises feitas com as amostras de água do centro da cidade de Viçosa do Ceará.

Tabela 2: Resultados das análises feitas na amostra 2

Resultados analíticos das amostras: Área urbana de Viçosa do Ceará						
Parâmetro	07/03/19	21/03/19	04/04/19	Média ± Desvio Padrão	Padrão - Portaria do MS N° 5 de 2017	Padrão- Resolução Conama N°396
pH	6,10	5,65	6,54	6,10 ± 0,45	6,0 -9,5	-
Condutividade (µS/cm)	591,3	585,1	560,6	579,0 ± 16,2	-	-
Turbidez (UNT)	0,33	0,18	0,34	0,28 ± 0,09	5	-
Cor (uC)	10	10	10	10 ± 0	15	-
Cloreto (mg/L)	108,1	107,2	102,9	106,1 ± 2,8	250	250
Ferro (mg/L)	ND	ND	ND	-	0,3	0,3
Nitrato (mg/L)	46.54	17.50	32.95	32,33 ± 14,53	10	10
Nitrito (mg/L)	0	0.01	0.01	0,01 ± 0,0	1	1
Amônia (mg/L)	1.42	0.9	0.6	0,97 ± 0,41	1,5	-
Ortofosfato (mg/L)	ND	ND	ND	ND	-	-

Fonte: Autor (2019)

Os resultados obtidos foram os mais preocupantes quando se comparado entre os três pontos haja vista que, o Nitrato, que é uma substância que traz risco à saúde, foi encontrado em grande quantidade na amostra. O nitrato é o poluente de ocorrência mais frequente nas águas subterrâneas e, em concentrações superiores a 10mg/L NO_3^- , pode -se causar metahemoglobinemia e câncer. (VARNIER; HIRATA 2002).

A presença de nitrato na amostra de água do centro da cidade pode estar ligada ao fato de que próximo a este ponto de coleta se encontram várias residências e uma alta quantidade de fossas sépticas que podem estar contaminando os lençóis freáticos da região. Segundo Varnier e Hirata (2002), cerca de 20% da população do país utiliza poços próprios para seu abastecimento e somente 35% está conectada devidamente à rede de esgoto.

Porém, parâmetros como a Condutividade, Cloreto e Amônia diminuíram ao longo dos dias, onde acredita-se que, devido as precipitações ocorridas no período de coleta das amostras, possa ter ocorrido processo de diluição das substâncias, promovendo redução dos níveis destes parâmetros.

3.1.3 – Resultado das análises feitas no Sítio Brejo Grande

A tabela 3 mostra abaixo os resultados das análises feitas na localidade Sítio Brejo Grande.

Tabela 3- Resultados das análises feitas na amostra 3.

Resultados analíticos das amostras: Sítio Brejo Grande						
Parâmetro	07/03/19	21/03/19	04/04/19	Média ± Desvio Padrão	Padrão - Portaria do MS N° 5 de 2017	Padrão- Resolução Conama N°396
pH	5,80	5,45	5,63	5,63 ± 0,18	6,0 -9,5	-
Condutividade (µS/cm)	165,0	164,3	135,2	154,83 ± 17,0	-	-
Turbidez (UNT)	0,1	1,48	0,13	0,57 ± 0,79	5	-
Cor (uC)	5	5	10	7,0 ± 2,9	15	-
Cloreto (mg/L)	43,1	65,5	29,0	45,87 ± 18,41	250	250
Ferro (mg/L)	ND	ND	ND	ND	0,3	0,3
Nitrato (mg/L)	0,79	1,12	2,55	1,49 ± 0,97	10	10
Nitrito (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0,01 ± 0,0	1	1
Amônia (mg/L)	0.08	0.29	ND	0,19 ± 0,15	1,5	-
Ortofosfato (mg/L)	ND	ND	ND	ND	-	-

Fonte: Autor (2019)

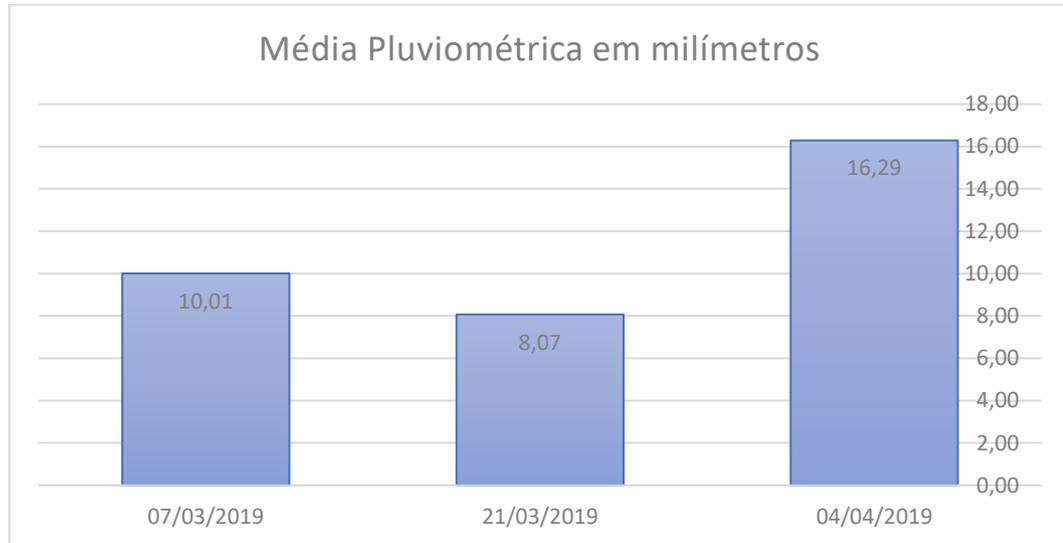
O parâmetro pH em todas as análises feitas com as amostras de água no Sítio Brejo Grande mostrou-se fora do padrão, apresentando-se ácido.

O nitrato se intensificou com o passar dos dias e a condutividade diminuiu seus valores, esses resultados podem estar relacionados ao aumento das chuvas durante o período de análises como já foi dito nos itens anteriores. Em um dos seus estudos Silva et al (2014) avaliou a qualidade de 31 poços do tipo cacimba na região do bairro Pedra Noventa, em Cuiabá (MT), e constatou que a concentração dos elementos químicos entre os períodos de estiagem e chuva sofreu alterações em todos os parâmetros avaliados.

O parâmetro cor também apresentou mudanças, manifestando coloração mais escura. Para Naime e Fagundes (2005), essa mudança na coloração das águas pode estar relacionada a presença de matérias em suspensão, afetando a luminosidade disponível para a realização da fotossíntese.

3.2 Chuvas na Região: Como modificaram os resultados.

O período de coleta das amostras na cidade de Viçosa do Ceará foi marcado por chuvas intensas, o que de certa forma, pode ter afetado alguns dos parâmetros analisados, tal variação pode ser constatada pela Figura 4 que corresponde à média das chuvas entre os períodos de coleta de acordo com as medições da Funceme.

Figura 4- Média das chuvas entre os períodos de coleta das amostras.

Fonte: Autor (2019)

Quando Silva *et al* (2014) buscou em seus estudos avaliar a qualidade de 31 poços do tipo cacimba na região do bairro Pedra Noventa, em Cuiabá (MT) foi constatado que, durante o período de chuvas a concentração de todas as substâncias além de alteradas se intensificaram. Para o caso de Viçosa foi verificado que as concentrações dos parâmetros analisados também mudaram ao longo dos dias, assim como foi visto intensa variação pluviométrica durante os meses analisados. Tal fator pode ter contribuído diretamente no processo de diluição das substâncias envolvidas e elencando diretamente para a redução dos níveis de alguns parâmetros como o Nitrato por exemplo, demonstrado pela Tabela 02.

4. Conclusão

Ter água potável é um direito do cidadão e este bem deve ter sua qualidade monitorada, assegurando assim a saúde pública. Segundo o Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde Nº 5 de 2017, água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde, este padrão é um conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. (BRASIL,2017)

Entretanto, não é tão fácil encontrar aquíferos inteiramente livres de compostos prejudiciais ou patogênicos. Quando a fonte de água está contida no meio urbano, com presença de fossas sépticas, ou até mesmo na zona rural, onde há existência de agrotóxicos no solo devido a plantações, deve-se ser cauteloso no que diz respeito às recomendações normativas para não prejudicar poços, rios e lagos da região a saúde da população vizinha.

Portanto, este estudo buscou mostrar os parâmetros de qualidade de águas de poços da cidade de Viçosa do Ceará e conseguiu constatar que houve alterações nas amostras analisadas ao longo dos dias de coleta e que alguns parâmetros não estavam dentro do padrão estabelecido pela Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde Nº 5 de 2017 e pela Resolução Conama Nº 396 de 2008. Além disso, apontou resultados preocupantes no ponto de coleta do centro da cidade, que se encontra inserido na área urbana, apresentando contaminação por Nitrato.

Para que os dados obtidos sejam melhor analisados, recomenda-se novas coletas e análises dessas águas no período de estiagem para se ter uma melhor avaliação dos resultados no que diz respeito à diluição dos componentes químicos na água decorrente ao período chuvoso.

5. Referências

ALBUQUERQUE, T. de N. (2015). **Estudo preliminar da correlação de dados de qualidade da água do Rio Cocó em Fortaleza -CE**. Monografia (Especialização), Curso de Saneamento Ambiental, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 62 f, Brasil.

BRASIL, **Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Águas subterrâneas – um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf>, acesso em abril/2019 , 2007.

BRASIL, **Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro De 2017**. Disponível em :< <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n--5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>, acesso em abril/2019,2017.

BRASIL, **Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**, disponível em <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>, acessado em abril/2019, 2006.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº 396, de 2008, Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Disponível em < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>> , acessado em junho /2019, 2008.

FUNCEME, Fundação cearense de meteorologia e recursos Hídricos , **Calendário das chuvas no estado do ceará**. Viçosa do Ceará, 2019. Disponível em < <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=2019-6-30>> , acessado em junho / 2019.

GOOGLE EARTH ,**Viçosa do Ceará** , disponível em< <https://earth.google.com/web/@-3.5709422,-41.08770915,644.56836065a,5731.02877309d,35y,323.99924924h,45t,0r/data=ChQaEgoKL20vMDlydF9mMBgCIAEoAg>>, acessado em março/2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), **Cidades e Estados** ,disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/vicosa-do-ceara.html?>> , acessado em maio/2019 , 2010

NAIME, Roberto; FAGUNDES, Rosângela Schuch.(2005). Controle da Qualidade da Água do Arroio Portão Portão, RS. **Pesquisas em Geociências**, v. 32, n. 1, p.25-35,

PAVANELLI, Gerson. (2001).**Eficiência de diferentes tipos de coagulação, floculação e sedimentação na água com cor ou turbidez elevados**. Tese (Doutorado) , Curso de Engenharia, 2001. Universidade de São Paulo, São Carlos, 203 f, Brasil.

PAIVA, M. L.; WALLY, M. K.; BAUMGARTEN, M. G. Z.(2009). Especiação do ferro em águas subterrâneas: otimização do método espectrofotométrico na região da luz visível. In: **VIII MPU- FURG**. Rio Grande., 2f.

SILVA, K. F. N. L.; SILVA, C. T. S. da; CARVALHO, C. M. de.(2010). Caracterização Bacteriológica, Hidroquímica E Físicoquímica Das Águas Subterrâneas Das Comunidades De Km 60 E Sucupira Na Chapada

Do Apodi Limoeiro Do Norte – Ceará. **XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**, São Luís, MA, 19f .

SILVA, R. de C. A. de; Araújo, T. M. de. (2003). Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v.8 n°4. p.1019-1028. 2003.

SILVA, D. D. da et al. (2014). Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT), **Eng. Sanit Ambient**, v.19, n.1, p.43-52

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Água subterrânea - reservatório para um planeta com sede?** Ciências da Terra para a Sociedade, disponível em:< https://yearofplanetearth.org/content/downloads/portugal/brochura2_web.pdf>, acesso em: abril/2019,2007.

VARNIER, C.; HIRATA, R. (2002). Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 16, p. 97-104.

VERISSIMO, L. S.; AGUIAR, R. B. de. (2012). Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do aquífero Serra Grande na borda oriental da Serra da Ibiapaba – CE, **XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços - VII Feira Nacional da Água**, Bonito, MS, 4f.

Informações adicionais

Como referenciar este artigo: Magalhães, L. C. A., Moreira-Júnior, F. A., Lima, F. S. P., Freire, L. L., Barbosa, P. G. A., 2019. Avaliação da qualidade de águas de poços da zona rural e urbana da cidade de Viçosa do Ceará (Brasil) de acordo com parâmetros físicos e químicos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.6, n.1, p.60-70.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença Creative Commons - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), no qual, os artigos podem ser

compartilhados desde que o devido crédito seja aplicado de forma integral ao autor (es) e não seja usado para fins comerciais.