Qualidade da água em área rural sob influência antrópica na Zona da Mata de Pernambuco

Water quality in a rural area under anthropic influence in the Zona da Mata area in the state of Pernambuco, Brazil

• **Data de entrada:**
22/05/2019

• **Data de aprovação:**
04/10/2019

Igor Fellipe Batista Vieira^{1*} | Fernando Cartaxo Rolim Neto¹ | Marilda Nascimento Carvalho¹ | Anildo Monteiro Caldas¹ | Karolyne Santos da Silva²

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2020.087>

ORCID ID

Vieira IFB <https://orcid.org/0000-0002-8323-7462>

Rolim Neto FC <https://orcid.org/0000-0003-0559-0516>

Carvalho MN <https://orcid.org/0000-0001-7872-6432>

Caldas AM <https://orcid.org/0000-0003-1095-5938>

Silva KS <https://orcid.org/0000-0002-0005-1778>

Resumo

Com o crescimento das populações ao redor do planeta, a exploração dos recursos naturais tem crescido exponencialmente, sendo a água um dos recursos naturais mais necessários. O município de Igarassu no Estado de Pernambuco lida com diferentes estressores ambientais relacionados às atividades humanas. Um dos impactos ambientais relacionados à influência antropogênica é a alteração da qualidade de água superficial e subterrânea por meio das dinâmicas exploradoras que as diversas atividades socioambientais produzem, uma vez que em muitas regiões do município o sistema de abastecimento urbano e saneamento não abrange toda a população. Dessa forma, a população na região de Igarassu busca meios alternativos de abastecimento, perfurando poços, cacimbas e coletando água superficial para uso doméstico. Este trabalho avaliou a qualidade da água em uma área sob influência antropogênica no município de Igarassu - PE, com metodologia baseada no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater e com referência na Portaria de Consolidação N° 5 de 2017 do Ministério da Saúde, que determina padrões de potabilidade da água de forma a mensurar como a qualidade da água consumida por essas comunidades é afetada durante dois períodos climáticos do ano, chuvoso e de estiagem em 16 pontos de coleta distintos. Observou-se que alguns dos pontos analisados apresentaram discordâncias com os parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo Ministério da Saúde, enquanto todos os parâmetros microbiológicos analisados qualificam a água como imprópria para o consumo sem tratamento prévio. Desta forma, é necessário desenvolver medidas que ajustem a qualidade da água desta região, que é de extrema importância social para o município, por meio de políticas públicas ambientais de acesso à água ou implantação de projetos de engenharia que garantam um tratamento prévio da água.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental. Qualidade da água. Água superficial. Água subterrânea.

Abstract

Populations around the planet are growing, the exploitation of natural resources has exponentially grown, and water is one of the most needed natural resources for the humanity. The Igarassu city in Pernambuco state deals with different environmental stressors related to human activities. Some of the environmental impacts related to anthro-

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife - Pernambuco - Brasil.

² Universidade Federal de Pernambuco - Recife - Pernambuco - Brasil.

* **Autor correspondente:** igorbvieira@outlook.com.

pogenic influence are the alteration of surface and ground water quality through the exploratory dynamics that the various socioenvironmental activities produce, in many regions of the city the urban water and sanitation system does not cover the entire population. Thus, the population in the region of Igarassu seek alternative forms of supply: drilling wells, "cacimbas" and collecting surface water for domestic use. This work evaluated the water quality in an area under anthropogenic influence in the city of Igarassu, using a methodology based on the Standard Methods for Examination of Water and Wastewater and referenced by the Ministry of Health Ordinance No. 5 of 2015, which determines standards of potable water in order to measure how the quality of the water consumed by these communities is affected during two climatic periods of the year, rainy season and drought in 16 different collection points. As results, it was observed that some of the analyzed points presented disagreements with the physico-chemical parameters established by the Ministry of Health, while all microbiological parameters analyzed qualify the water as improper for consumption without previous treatment. In this way, it is necessary to develop measures that adjust the water quality of this region that is of extreme social importance to the city, through public environmental policies of access to water or implementation of engineering projects that guarantee a prior treatment of water.

Keywords: Environmental monitoring. Water quality. Surface water. Groundwater.

1 INTRODUÇÃO

As interações que compõem o meio ambiente são relações de características físicas e geográficas variadas, envolvendo os meios social e natural. Embora a natureza seja capaz de integrar o homem em todos os fatores e elementos que a compõem, o desenvolvimento da humanidade, por meio de atividades socioeconômicas, tem impactado os recursos naturais (BRAGA, 2005).

Dos recursos naturais, a água é um dos mais abundantes, entretanto há limitações, pois a maior parte desse recurso não pode ser utilizada pela humanidade. Estima-se que aproximadamente 0,5% de água doce está disponível no planeta e, ainda assim, grande parte dessa água é encontrada em aquíferos subterrâneos. Além disso, a água está distribuída de maneira desigual pelo planeta. Com esse cenário, a Organização das Nações Unidas (ONU) estima que aproximadamente 10% das pessoas no planeta não possuem acesso a uma quantidade mínima de água potável ou de qualidade (UN WATER, 2006).

A maior parte da água no mundo é direcionada para irrigação e setores da agricultura, estimada em 70%, enquanto a indústria utiliza 22%, e,

para uso doméstico, 8% da água é utilizada. No Brasil, o panorama é um pouco diferente da logística mundial. A Agência Nacional das Águas, por meio da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, estima que 72% da água no país é destinada para a agricultura, 9% para a dessedentação animal, 6% na indústria e, finalmente, 10% para uso doméstico (ANA, 2016).

A qualidade da água é influenciada pelas atividades agrícolas, pelo uso e ocupação do solo e pelos lançamentos de esgotos sanitários e industriais. Atividades como a extração de areia e a perfuração de poços clandestinos apresentam um grande potencial modificador e impactante, mostrando-se necessária a compreensão em base científica dos impactos reais dessas atividades na qualidade das águas. A integridade de ecossistemas se mostra vulnerável a distúrbios físico-químicos, erosivos, sólidos em suspensão, dentre outros (TORRES, 2017).

O gerenciamento da qualidade das águas é uma excelente alternativa para compreender e desenvolver formas de preservar a pequena parcela disponível desse recurso no ambiente, bem como buscar formas sustentáveis de explorar o recurso

de modo a garantir o desenvolvimento humano. Dessa forma, leis e diretrizes ambientais são responsáveis por assegurar o padrão de qualidade das águas, seja no meio ambiente ou para o consumo humano. Ferramentas como a portaria de consolidação N° 5 de 2017 do Ministério da Saúde, por meio do anexo XX, apresentam os parâmetros que devem atender a certo padrão de potabilidade direcionado ao consumo humano. (BRASIL, 2017).

O Nordeste brasileiro possui uma relação peculiar com os recursos hídricos. Os períodos extensos de seca podem levar a impactos socioambientais irreversíveis, alguns relacionados à infiltração da água no solo, aumento do escoamento superficial, intensificação da erosão, dentre outros.

No Estado de Pernambuco nota-se a Bacia Pernambuco-Paraíba como uma das maiores reservas de água subterrânea. O aquífero Beberibe é um dos mais importantes e abastece a companhia de saneamento do Estado de Pernambuco para abastecimento público. A bacia Pernambuco-Paraíba se distribui entre os municípios de Recife e Igarassu, fazendo com que muitas atividades socioeconômicas explorem recursos hídricos na região, além de grande parte da população e de conjuntos residenciais explorarem a água subterrânea (PERNAMBUCO, 1997).

Igarassu é um município do Estado de Pernambuco com 305,560 km², localizado a aproximadamente 28 km da capital Recife. A região apresenta clima tropical AS', com períodos de seca e chuva bem definidos e uma vegetação de Mata Atlântica (IBGE, 2017). Uma das atividades econômicas expressivas na região é a extração de areia por meio de dragagens, principalmente destinada ao setor da construção civil. A extração de areia pode ser vista como um estressor ambiental relacionado com a qualidade das

águas superficiais e subterrâneas, uma vez que no município de Igarassu há uma quantidade significativa de poços abastecendo as comunidades locais.

Em um município em desenvolvimento, como Igarassu, existem áreas urbanas densamente povoadas com precárias condições de abastecimento de água, saneamento básico e planejamento ambiental. Nessas condições, a água sendo um bem universal necessário para a existência da vida, podendo transmitir doenças de veiculação hídrica, bem como alterar a qualidade ambiental. Por isso se faz importante analisar e identificar a qualidade da água, os fatores que levam a essa qualidade e identificar soluções prováveis para assegurar o caminho do desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, este trabalho avaliou, por meio de visitas ao campo e análises laboratoriais, a qualidade da água em áreas sob influência antrópica no município de Igarassu-PE, visando identificar problemas ambientais que interferem na qualidade dessa água consumida por comunidades rurais, bem como apontar possíveis soluções para prováveis impactos provocados pela ação humana.

2 METODOLOGIA

A área de estudo está localizada no município de Igarassu, no Estado de Pernambuco, na Zona da Mata, cuja sede tem seu centro sob as coordenadas geográficas 7°51'09.5"S e 34°53'05.4"W, distando aproximadamente 28 km da cidade do Recife. Possui um período chuvoso entre março e julho e de estiagem entre agosto e fevereiro. A área específica do estudo está distribuída em zona rural, inserida nas circunvizinhanças de talvegues, formando compartimentos hidrológicos.

Figura 1 – Área de estudo no município de Igarassu

As campanhas para a coleta de dados e de amostras de água na área de estudo foram realizadas em fevereiro de 2018 e concluídas em julho do mesmo ano. As amostragens ocorreram nos períodos de estiagem (fevereiro) e de chuvas (junho) para uma caracterização sazonal do ambiente.

As amostras foram obtidas com garrafas de coleta de 2L de acordo com a metodologia específica para cada parâmetro de análise, fixadas e/ou preservadas no local e levadas sob refrigeração ao Laboratório de Análise de Minerais, Solos e Água (LAMSA) do Departamento de Engenharia Química da UFPE, para processamento e análises físico-químicas e microbiológicas.

As amostragens de águas subterrâneas foram realizadas em poços e cacimbas em comunidades que habitam áreas dos compartimentos hidrológicos, enquanto as águas superficiais foram coletadas em lagoas artificiais resultantes do processo de dragagem da areia e riachos. Os pontos de amostragem foram georreferenciados para levantamento dos dados e estão detalhados na Tabela 1.

As amostras de água coletadas nos dois períodos climáticos estudados foram submetidas a análises físico-químicas, as quais seguiram os protocolos para cada parâmetro atribuído pela PRC nº5 - Anexo XX, Capítulo III, seção V, Art. 22 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Tabela 1 – Características e coordenadas dos Pontos de Coleta

Pontos	Tipos (Profundidade)	Coordenadas UTM WGS 84
1	Poço 117m	25M 294802 9134568
2	Poço 15m	25M 295100 9134730
3	Riacho	25M 295165 9134121
4	Cacimba 8m	25M 293980 9134207
5	Poço 128m	25M 294066 9134254
6	Cacimba 2m	25M 294675 9133656
7	Cacimba 4m	25M 294901 9133979
8	Cacimba 4m	25M 295126 9133906
9	Cacimba 8m	25M 293308 9133622
10	Cacimba 8m	25M 292323 9131314
11	Poço 30m	25M 292171 9131516
12	Lagoa de dragagem areeiro	25M 292313 9131739
13	Poço 15m	25M 291853 9131820
14	Cacimba 1,5m	25M 291847 9131823
15	Poço 80m	25M 294024 9133740
16	Cacimba 8m	25M 293919 9133606

Foram realizadas análises de pH, cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, nitrato, nitrito, amônia, cloro residual livre; dureza total, alcalinidade, sulfato, cloreto, carbonato, bicarbonato, cálcio, magnésio, manganês, ferro total, sódio, potássio, alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo total e zinco. Os resultados foram analisados e comparados com a legislação supracitada.

As análises de metais pesados foram realizadas por meio de espectrofotometria de absorção atômica; sulfatos, nitrato e nitrito foram determinados por meio de espectrometria UV-VIS. A fotometria de chama foi usada para determinação do sódio e potássio. Análises de dureza total, alcalinidade e cloretos (método de Mohr) foram realizadas por volumetria. Ferro total, alumínio, cloro residual, amônia e cor foram determinados utilizando-se kits de análises espectrofotométricas da Merck Millipore, baseados nas diretivas 98/83/CE e (EU) 2015/1787, que são métodos aceitos pela PRC nº5 - Anexo XX Capítulo III, seção V, Art. 22.

Utilizaram-se espectrofotômetros PHARO 100 (VIS) e 300 (UV-VIS) da Merck Millipore, espectrofotômetro de absorção atômica da Shimadzu, modelo AA-7000, fotômetro de chama DM63 (Digimed), turbidímetro (Digimed), condutivímetro Mettler Toledo, modelo MC226 e pHmetro Inolab.

De acordo com os valores da Portaria de Consolidação Nº 5 do ano de 2017 do Ministério da Saúde, por meio de seu anexo XX, foi possível observar um comportamento anômalo da qualidade da água na região rural de Igarassu nos dois períodos climáticos estudados para alguns parâmetros. Nos períodos climáticos de chuva e estiagem, os parâmetros de pH, cor aparente, turbidez e ferro total se mostraram com concentrações que enquadram as águas como inaptas para o consumo humano.

As análises de sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, nitrato, nitrito, amônia, cloro residual livre; dureza total, alcalinidade, sulfato, cloreto, carbonato, bicarbonato, cálcio, magnésio, manganês, sódio, potássio, alumínio, cádmio, chumbo, cobre, cromo total e zinco evidenciam que os valores estão dentro dos limites máximos permitidos, de acordo com a legislação.

3 RESULTADOS

Dos dezesseis pontos estudados, sete apresentaram alterações físico-químicas no período de chuvas, sendo estes os pontos 3, 6, 7, 8, 10, 11 e 13, os quais representam um riacho, uma cacimba de 2m, uma cacimba de 4m, uma cacimba de 4m, um poço de 30 metros, uma cacimba aberta de 3m e uma cacimba de 8 m, respectivamente. Na Tabela 2 é possível observar os valores encontrados e o limite máximo permitido preconizado por legislação no período chuvoso.

Tabela 2 – Variação dos parâmetros analisados no período de chuvas nos pontos de estudo com base nos limites máximos permitidos na portaria de consolidação N° 5 do ano de 2017 do Ministério da Saúde.

Parâmetro	Pontos de Coleta							PRC nº5
	3	6	7	8	10	11	13	
pH	6,07	5,49	5,79	5,54	7,49	7,13	8,31	6,0 a 9,5
Cor	>100	0	0	0	0,53	>100	0,6	15 UH
Turbidez	16,32	1,25	0,73	0,32	1,84	524	0,25	5 UT
Ferro Total	0,6	0	0	0,02	0,53	0,02	0	0,3 mg/L

Foi possível observar pelos valores estabelecidos em legislação que no período de estiagem os parâmetros de pH, cor aparente, turbidez e ferro total permaneceram fora dos padrões máximos permitidos. Neste período, os pontos 1, 3, 6, 7, 8 e 11 apresentaram padrões de qualidade de águas que as tornam impróprias para o consumo huma-

no. Esses pontos são um poço com profundidade de 117m, um riacho, uma cacimba de 2m, uma cacimba de 4 m, uma cacimba de 4m e a lagoa de drenagem do areeiro. A Tabela 3 ilustra a relação dos parâmetros de pH, cor, turbidez e ferro total alterados com o limite máximo permitido preconizado em legislação durante o período de estiagem.

Tabela 3 – Variação dos parâmetros analisados no período de estiagem nos pontos de estudo com base nos limites máximos permitidos na portaria de consolidação N° 5 do ano de 2017 do Ministério da Saúde.

Parâmetro	Pontos de Coleta						PRC nº5
	3	6	7	8	10	11	
pH	7,57	5,91	5,64	5,68	5,32	7,51	6,0 a 9,5
Cor	10,16	67	0,07	1,12	0	80,9	15 UH
Turbidez	5,3	100	2,5	5	1,7	85,7	5 UT
Ferro Total	0,44	4,5	0,07	0,2	0,005	0,61	0,3 mg/L

pH

As amostras de água analisadas apresentaram variação de pH de 5,49 a 8,48. A PRC nº 5 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água destinada ao abastecimento humano esteja entre 6,0 e 9,0. Em ambientes naturais, a água tem sua concentração de pH influenciada por sais, ácidos e bases presentes no meio ambiente. O pH aqui pode indicar prováveis contaminações da água pelo tipo de solo por onde ela escoou, seja de ordem química, pela da qualidade do ambiente: origem da água, degradação da área, desmatamento dentre outros fatores que ocorrem na região.

O pH baixo nos pontos mostrados na tabela pode ser um indício da ausência de substâncias tamponadoras, como os bicarbonatos e carbonatos. Uma das prováveis razões para os valores de pH

estarem fora dos padrões estabelecidos pela norma pode ser a dissolução de minerais no solo, conforme Gomes, Cavalcante e Silva (2016).

Cor

A Cor foi um parâmetro que se mostrou fora dos valores máximos permitidos nos pontos 3, 11 e 13, sendo 3 e 11 no período de estiagem enquanto 3, 11 e 13 apresentaram alterações no período de chuva. Estudos como o de ODA (2010) destacam que a presença de matéria orgânica e metais, dentre outros componentes químicos e biológicos pode conferir alterações dos valores de cor nas águas superficiais e subterrâneas. Para compreender a cor é importante destacar a caracterização dos pontos onde houve alterações.

A área de coleta da amostra no ponto 3 fica a céu aberto, numa passagem molhada. Nota-se vegetação nas margens e muita matéria orgânica em decomposição e suspensão na água, além de ser um local onde animais são dessedentados, percebendo-se peixes, com água rasa e corrente. O ponto 11 é uma lagoa onde ocorreu a exploração massiva de areia, com coloração forte e uma turbidez elevada. O ponto 13 é uma cacimba rasa sem qualquer vedação e está situada em área passível de contaminação numa comunidade sem saneamento, cercada por vegetação. A água é usada para múltiplos usos e há um banheiro improvisado e uma lavanderia instalados a poucos metros de proximidade.

Turbidez

Nos mesmos pontos que apresentaram alterações de coloração, a turbidez foi um parâmetro que esteve fora dos padrões. As amostras marcadas nas tabelas supracitadas ficaram fora dos padrões estabelecidos para o consumo humano.

Nota-se uma turbidez elevada no ponto onde ocorreu por anos a extração de areia (ponto 11). Assabonga (2016) e Tanno et al. (2003) discutem sobre estressores ambientais relacionados com a exploração de areia, sendo um deles a alteração do padrão de qualidade das águas superficiais e subterrâneas, uma vez que essa atividade é capaz de dissolver, suspender e transportar substâncias orgânicas e inorgânicas, alterando diversos parâmetros de qualidade das águas, sendo a turbidez um dos parâmetros mais afetados.

Ferro

O ferro foi um parâmetro que esteve fora dos padrões em quatro pontos estudados. No período de estiagem houve valores alterados de ferro nos pontos 1, 3 e 11, enquanto no período de chuvas os pontos 3 e 10 apresentaram alterações desse elemento.

O ponto 1 apresentou valores relativamente altos de ferro, onde o solo pode ser um dos fatores que conferem essa alteração devido à profundidade do poço existente. No período de estiagem, o ponto 3 apresentou valores de ferro em 4,5 mg/L e um pH na ordem de 5,41. Picanço (2002) demonstra que é comum em águas que apresentem valores de pH nesta ordem, ocorra ferro no formato de Fe^{2+} , sendo um indicativo de que água com certa acidez apresente concentrações elevadas de ferro.

3.1 Análises Microbiológicas

Coliformes

Foram realizados testes de presença/ausência para coliformes totais e termotolerantes (fecais) nas 16 amostras estudadas nos períodos climáticos estabelecidos. A portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde estabelece a água como imprópria para o consumo humano caso haja a presença de coliformes, exigindo um número máximo permitido (NMP)/100mL de coliformes termotolerantes (Brasil, 2015). Todos os 16 pontos estudados apresentaram coliformes fecais em suas águas, o que as configuram impróprias para o consumo humano direto. As águas estudadas nesta região somente devem ser utilizadas para o consumo humano após um tratamento prévio de desinfecção.

Valias (2002) enfatiza que, embora a água não forneça naturalmente condições propícias à proliferação de organismos patogênicos, estes sobrevivem tempo suficiente no meio para ocorrer a chamada transmissão hídrica. Como consequência, a presença de microrganismos patogênicos na água é oriunda da contaminação recente por fezes de animais ou humanas, decorrentes de infiltração e águas residuais, entre outros.

A região estudada não apresenta estruturas de saneamento básico na área de influência deste

estudo. A região recebe impactos com exploração de areia, a população se utiliza de fossas sépticas como sistema de esgotamento sanitário pela forma como os terrenos foram sendo habitados, muitos sem adotar as distâncias seguras para a instalação de tais sistemas. Enfatiza-se também que nas áreas próximas aos pontos de coleta há criação de animais e, em muitos dos casos, não há uma vedação apropriada dos poços.

Souza (2015) destaca ainda que em propriedades cujas características ambientais não são favoráveis, como na área estudada, pode ocorrer riscos de contaminação de águas desde a fonte de captação nos reservatórios ou até mesmo nas redes de distribuição criadas pelos moradores, uma vez que, em sua maioria, o sistema de abastecimento urbano não chega nessas áreas. Desta forma, é comum que ocorram focos distintos de contaminação.

3.2 Contagem de bactérias heterotróficas

Os testes de contagem de bactérias foram executados nas 16 amostras estudadas. A portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde estabelece um número máximo permitido menor que 500 UFC/mL (Brasil, 2017). Dos 16 pontos, seis apresentaram valores adequados dentro dos padrões de potabilidade. São eles os pontos 1, 6, 7, 8, 10 e 15.

Todos os outros pontos apresentaram valores inadequados para o consumo humano. Esse é um resultado importante, pois Da Silva (2013) aponta que contaminantes como estes indicam uma alta probabilidade da ocorrência de microrganismos patogênicos na água. Podem ocorrer microrganismos responsáveis por gastroenterites, que são aquelas infecções que possuem a diarreia como sintoma principal.

3.3 Metais Pesados

Com base nos valores dos metais analisados (chumbo, cromo, zinco, manganês, cobre e cádmio), nenhum dos pontos de amostragem apresentou valores de concentração significativa de metais pesados.

3.4 Comportamento dos parâmetros alterados nos pontos de coleta

Para uma melhor compreensão do comportamento da qualidade da água na região, a área de estudo foi dividida em três compartimentos hidrológicos. Estes representam características diferentes e usos do solo específicos, bem como relevos distintos. Destacam-se os compartimentos hidrológicos 1 e 2 como áreas de maior ocupação de comunidades, pequenas áreas de plantio, criação de animais e uso domiciliar da água. O compartimento hidrológico 3, por sua vez, representa uma região onde há áreas de extração de areia, um pequeno aeródromo e indústrias de processamento de coco para produção de óleo.

Com os resultados obtidos, realizou-se a distribuição geoespacial dos parâmetros físico-químicos que não estão em consonância com a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde. Nas Fig. 2, 3, 4 e 5 é possível observar o comportamento de cor, pH, turbidez e ferro total, respectivamente.

Com essa distribuição, percebe-se que há uma maior concentração de pH ácido no compartimento hidrológico 1 (CH 1). Este mesmo compartimento apresentou elevados teores de cor, turbidez e ferro total. Esse é um comportamento similar ao compartimento 3. Percebe-se também que esses compartimentos apresentam as maiores alterações de qualidade das águas.

Figura 2 – Distribuição do pH nos períodos de estiagem e chuva nos três compartimentos hidrológicos estudados.

O pH representa uma unidade relacionada às atividades de íons H^+ , indicando em suas expressões índices de neutralidade, acidez ou alcalinidade. Ao comparar o comportamento desse parâmetro nos três compartimentos hidrológicos, nos dois períodos climáticos, nota-se uma predominância de pH tendencioso ao ácido no compartimento hidrológico 1 (CH 01), enquanto o compartimento hidrológico 2 (CH 02) apresentou um maior índice de alcalinidade no período estudado.

Esse parâmetro influencia diretamente a distribuição de elementos e compostos químicos em suas formas livres e ionizadas, conferindo à água uma capacidade de aumentar ou reduzir seu potencial de solubilidade relativo a substâncias, inclusive as que apresentam grau de toxicidade. Libânio (2005) enfatiza que o pH é um componente de muita sensibilidade às mudanças e variações

nos recursos hídricos, podendo oscilar conforme a dissolução de sais, matéria orgânica decomposta, processos de lixiviação, tipos litológicos de solos, e, sobretudo, em função da temperatura.

No meio ambiente, sistemas aquáticos que mostrem valores baixos de pH podem estar relacionados a processos de intemperização. Algumas estruturas litológicas, quando intemperizadas, contribuem liberando elementos por vezes formadores de ácidos. Um dos fatores que contribuem também para índices de pH ácido em águas é a concentração de ácidos orgânicos, oriundos de dissolução decorrente da decomposição de matéria orgânica, o que pode estar acontecendo no compartimento hidrológico 1 (CH 01), que possui um riacho com visível contribuição de matéria orgânica.

Figura 3 – Distribuição da Turbidez nos períodos de Estiagem e chuva nos três compartimentos hidrológicos estudados.

Observando-se o comportamento da turbidez nos dois períodos climáticos, nota-se uma turbidez elevada no compartimento hidrológico 3 (CH 03) para ambos os períodos climáticos, característicos nesta área pelos pontos de coleta 11 e 13. Durante a estiagem, é possível identificar uma elevada turbidez no compartimento hidrológico 1, vindo do ponto de coleta 3. Esse é um comportamento esperado, uma vez que ambos os pontos são de água superficial, sendo o 3 um riacho raso e o 11 uma lagoa de extração de areia.

A turbidez é alta no compartimento hidrológico 1 (CH 01) durante o período de estiagem. Nesse compartimento, os valores atingem 100 NTU no ponto 3. Percebe-se que no ponto 11 houve um aumento significativo de turbidez no período chuvoso, ultrapassando valores de 500 NTU.

O comportamento desse parâmetro no período de estiagem pode estar relacionado à permanência do material em suspensão, o que confere

turbidez à água devido ao menor volume pluviométrico da estação seca. Usualmente sedimentos clásticos em suspensão, como areias e silte, conferem elevada turbidez às águas, que são características da região onde a área de estudo está inserida, como descrita pela CPRH (2003). Ações antrópicas têm uma relação direta sob índices elevados de turbidez. A lixiviação e o carreamento de partículas oriundas de solo exposto por atividades de mineração, como extração de areia, provocam revolvimento, aumentando a disponibilidade de partículas em suspensão. Ambientes onde os valores de turbidez são elevados dificultam a penetração de luz na água, desfavorecendo a ação de organismos fotossintetizantes. Estudos como o de Figur e Reis (2017) apontam também que alguns microrganismos são protegidos fisicamente pelas partículas causadoras de turbidez, diminuindo a eficiência de tratamento das águas.

Figura 4 – Distribuição da cor nos períodos de estiagem e chuva nos três compartimentos hidrológicos estudados.

A cor, assim como a turbidez, é um parâmetro influenciado por fatores naturais, como matéria orgânica de origem em decomposição e substâncias dissolvidas na água. Ao analisar a distribuição geoespacial desse parâmetro nos três compartimentos hidrológicos, percebe-se um perfil semelhante nos dois períodos climáticos analisados.

Conforme a Fig. 4, é possível observar que os compartimentos hidrológicos 1 (CH 01) e 3 (CH 03) apresentaram os maiores índices de cor, estando acima do permitido pela normativa de comparação. Os resultados indicam que uma provável fonte de coloração nesses compartimentos é, assim como na turbidez, responsável pela dissolução de substâncias orgânicas que conferem cor e pigmentação natural.

Figura 5 – Distribuição do ferro nos períodos de estiagem e chuva nos três compartimentos hidrológicos estudados.

Observando-se o comportamento do ferro em ambos os períodos, é notável um aumento da concentração no período chuvoso, principalmente no compartimento hidrológico 3 (CH 03). Nesse compartimento, o ponto 10 apresentou valores não conformes com a normativa comparada. O compartimento hidrológico 1 (CH 01) não mostrou uma alteração significativa nas concentrações de ferro nos dois períodos climáticos, embora este elemento esteja com valores não conformes com a portaria do Ministério da Saúde.

De uma forma geral, em águas subterrâneas os teores de ferro aumentam por meio da dissolução do minério na água. Em águas superficiais, os níveis de ferro aumentam na estação chuvosa como consequência de carreamento de solos e erosão.

O ferro dissolvido na água configura cor, odor e sabor. Os pontos dos compartimentos 1 e 3

onde ocorreram índices elevados de ferro também apresentaram altas concentrações de cor, um comportamento comum destacado por Libânio (2008). Moruzzi e Reali (2012) destacam que usualmente é possível encontrar teores elevados de ferro em águas subterrâneas cujo pH apresente acidez e em águas superficiais que apresentem matéria orgânica. Os compartimentos que apresentaram concentrações de ferro discordantes com a legislação são os que apresentam os menores valores de pH e, nas águas superficiais, apresentam condições para a decomposição de matéria orgânica.

4 CONCLUSÕES

A qualidade da água em todos os pontos estudados apresentou-se imprópria para o consumo

humano de acordo com os parâmetros estabelecidos pela PRC nº5 sem um tratamento prévio.

A presença de coliformes fecais constitui-se na mais grave alteração de qualidade dessas águas, uma vez que configura contaminação por agentes patogênicos que podem levar a doenças do trato gastrointestinal.

Os parâmetros de Cor, pH, Turbidez e Ferro total são os parâmetros físico-químicos que classificam, junto com os microbiológicos, as águas estudadas como impróprias para o consumo humano.

Nenhum dos pontos de coleta apresentou alterações para os Metais Pesados.

Não houve uma alteração significativa da qualidade das águas nos dois períodos climáticos estudados, permanecendo um padrão de qualidade semelhante em todo o ano, embora tenha sido constatado um aumento dos valores de alguns dos parâmetros físico-químicos pontuais no período de chuva, podendo ser relacionados com o tempo de percolação da água no solo.

A implementação de um sistema regional de tratamento prévio simplificado de água, para que a população da área em questão tenha acesso a uma água de melhor qualidade, resolveria muitas das alterações de qualidade das águas avaliadas neste trabalho.

Medidas práticas podem ser tomadas para a melhoria efetiva da qualidade das águas avaliadas nesta pesquisa, seja o desenvolvimento de políticas públicas ambientais que monitorem a qualidade das águas utilizadas pela população na região ou o aumento da rede de distribuição de água e saneamento. Educação ambiental e regulação dos poços e cacimbas utilizados pelas comunidades na área também são medidas fundamentais para assegurar uma qualidade de água dentro dos parâmetros.

5 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram de forma igualitária.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016**. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for examination of Water and Wastewater**. 22. ed., Washington: APHA, 2012. 1496 p.

ASABONGA, M. et al. The physical and environmental impacts of sand mining. **Transactions of The Royal Society of South Africa**, [s.l.], v. 72, n. 1, p.1-5, 10 ago. 2016. Informa UK Limited. <<http://dx.doi.org/10.1080/0035919x.2016.1209701>>.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Edição, 318 páginas. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação Nº5. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. 28 de Setembro de 2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: out. 2018

CPRH - Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 2003. 214p.

DA SILVA, C. A. et al. Diagnóstico da potabilidade da água de poços rasos de uma comunidade tradicional, Curitiba-PR. **Revista Bio-ciências**, v. 19, n. 2, 2013

FIGUR, C.; REIS, J. T. A influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, em Getúlio Vargas, RS. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.352-365, 23 maio 2017. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x24335>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Igarassu. 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/igarassu/panorama>> Acesso em: out. 2017

LIBÂNIO, M. **Fundamento de Qualidade e Tratamento de Água**. 2. ed. Campinas, SP: Átomo, 2008.

MORUZZI, R. B; REALI, M. A. P. Oxidação e Remoção de Ferro e Manganês em Águas Para Fins de Abastecimento Público ou Industrial – Uma Abordagem Geral. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 4, No. 1, Abr/2012

PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos e Saneamento**. Recife, 2008. 112 p.

PICANÇO, F. E.; LOPES, E. C. & SOUZA, E. L. **Fatores responsáveis pela ocorrência de ferro em águas subterrâneas da região metropolitana de Belém/PA**. São Paulo: ABAS, 2002

TORRES, A. et al. A looming tragedy of the sand commons: Increasing sand extraction, trade, and consumption pose global sustainability challenges. **Science**, New York, v. 357, n. 6355, p.970-971, 7 set. 2017. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/357/6355/970>>. Acesso em: out. 2017.

VALIAS, A.P.G.S. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de águas de poços rasos e de nascentes de propriedades rurais do município de São João da Boa Vista, São Paulo, **Arq. Ciên.Vet. Zool**. Umuarama, v. 5, n.1, p. 21-28, 2002.

SOUZA, Thaíse Fernandes de. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos utilizada para consumo humano no município de sete lagoas-mg**. Sete Lagoas: Universidade Federal de São João del Rei, 2015. 26 p.

WATER a shared responsibility. **World Water Development Report 2006**, Geneva: United Nations Water - UN-Water, Mar. 2006. Disponível em: <http://www.unwater.org/publications/water-shared-responsibility/>