

ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DO VAZAMENTO DA USINA TERMOELÉTRICA RIO MADEIRA NOS POÇOS DO BAIRRO NACIONAL - PORTO VELHO/RO

Data de aceite: 02/05/2024

Melissa Cíndel Alves da Silva

Engenheira Civil, Pós graduada em Avaliações e Perícias de Engenharia pelo INBEC (2023)

Ana Cristina Santos Strava Correa

Engenheira Civil, Doutora em Geotecnia pela Universidade de Brasília (2001)

RESUMO: Pouco se fala a respeito das constantes ocorrências de contaminações das águas subterrâneas por parte das indústrias e usinas, fato este que mascara a realidade das famílias e do meio ambiente por elas atingidas. O presente artigo tem como objetivo estudar a contaminação por vazamento de derivados de petróleo proveniente das instalações da usina termelétrica Rio Madeira localizada no município de Porto Velho/RO, através de coletas de amostras de água dos poços residenciais tipo “amazonas” e da realização de ensaios laboratoriais que permitam a identificação da presença de tais derivados bem como a realização da análise qualitativa das águas coletadas destinadas ao consumo humano. Através do estudo foi possível identificar baixa concentração de derivados de petróleo,

porém com valores fora das faixas limites para o consumo humano preconizadas pela CONAMA N° 357 de 17 de Março de 2005. Essa constatação, levou o presente estudo a propor alternativas para o abastecimento da população residente e a realização do estudo de biorremediação para a correção do problema de contaminação de solo.

PALAVRAS-CHAVE: Águas subterrâneas, contaminação, derivados de petróleo, usina termelétrica.

STUDY OF INTERFERENCE IN SOIL LEAKAGE OF THE THERMOELECTRIC STATION OF RIO MADEIRA IN THE WELLS OF THE NATIONAL NEIGHBORHOOD - PORTO VELHO/RO

ABSTRACT: So Little is said about the continuous occurrences of contamination of groundwater by industries and companies, a fact that hides the reality of families and the environment affected by them. This article aims to study the contamination of oil leakage derivatives from the Rio Madeira thermoelectric installations located in the municipal of Porto Velho/RO, through the collection of water samples from the

Amazonian residential wells and the performance laboratory tests that allow the identification of the presence of oil derivatives as well as the qualitative analysis of the collected water destined for human consumption. Through this identification, it became possible to identify a low concentration of petroleum derivatives but with values outside the limits for human consumption recommended by CONAMA N°. 357 of March 17, 2005. This identification took the present study to propose drillings of artesian wells such as migrating measure to solve the problem of low quality of water for the human consumption and to carry out a bioremediation study to correct the problem of soil contamination.

KEYWORDS: Groundwater, contamination, petroleum products, thermoelectric power plant

INTRODUÇÃO

A água é o mais importante meio de subsistência para os seres vivos, sendo direito de todos a sua utilização para o suprimento de necessidades básicas no que tange o direito à vida preconizado no artigo 5º da Constituição Federal de 1988. Todavia os órgãos competentes de cada estado ou região têm a função de gerir de forma responsável a distribuição e manutenção dos meios utilizados para o fornecimento da água potável à população. Muito embora os canais de abastecimentos mais utilizados sejam realizados na modalidade superficial, ou seja, através da captação em rios, lagos e represas, há também a captação de águas subterrâneas, através de poços artesianos ou semi-artesianos, que são fontes de utilização de menos custo e necessárias para algumas localidades, visando facilitar a vida dos moradores.

Conforme Silva (apud. Oliveira & Loureiro,1998):

“A água subterrânea tem se tornado uma fonte alternativa de abastecimento de água para o consumo humano. Isso é devido tanto a escassez quanto a poluição das águas superficiais, tornando os custos de tratamento, em níveis de potabilidade, cada vez mais elevados. Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação da água durante a sua percolação no meio, tornando-se uma fonte potencial de água de boa qualidade e baixo custo, podendo sua exploração ser realizada em áreas rurais e urbanas.”

Desta forma, se faz necessário a preservação das águas subterrâneas, pois uma vez contaminadas o custo será maior e por vezes inviável aos setores responsáveis.

Uma área contaminada é definida como local, terreno ou instalação onde há legítima condição de poluição ou contaminação causada pela presença quantidades ou concentrações de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, disfarçados, concentrados, armazenados ou infiltrados de forma acidental, natural ou até mesmo propositadamente, resíduos estes que encontram-se em condições que possam ocasionar danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Milani, (2008) define que a existência de uma contaminação pode ocasionar problemas nas seguintes áreas:

“A existência de uma área contaminada pode gerar problemas como danos à saúde humana, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades, além de inúmeros danos ao meio ambiente.”

Em um local contaminado há uma grande possibilidade dos poluentes concentrarem-se em diversos meios físicos causando grandes prejuízos ao meio ambiente, como nas águas superficiais, no solo, e até mesmo no ar que respiramos. Conforme a CETESB (2013), os poluentes ou contaminantes possuem a capacidade de transporte por diferentes meios, como por exemplo o solo, o ar, as águas subterrâneas e superficiais de forma a modificar as características naturais de qualidade do ambiente trazendo impactos negativos e/ou riscos sobre os bens a proteger, localizados na própria área ou em seus arredores.

É importante ressaltar que os componentes da água, sua concentração e outros parâmetros influenciam diretamente o tipo de tratamento a ser realizado, no caso de mananciais ou poços, os mesmos estão sujeitos às condições locais quanto à geologia, clima e atividades humanas. Dessa forma, o processo de tratamento e análise da água deve ser ajustado de acordo com o seu uso, posto que a principal preocupação com a qualidade da água está diretamente voltada para consumo humano. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a área de contaminação por hidrocarbonetos que afeta a qualidade de vida dos moradores locais, de forma a classificar o nível de contaminação da água dos poços tipo amazonas nas residências numa região limitada do bairro Nacional do município de Porto Velho.

METODOLOGIA

Localização e Área de Estudo

A área do presente estudo é eminentemente urbana e está localizada no município de Porto Velho - Rondônia, no bairro Nacional. Neste ponto estão localizadas instalações da concessionária de distribuição de energia elétrica do estado, ENERGISA, local este onde ocorre a contaminação (Figura 1). Vale ressaltar que a contaminação ocorreu anteriormente à administração da ENERGISA.

O bairro Nacional é classificado segundo o plano diretor do município como uma ZPI2 (Zona de projeção de Igarapés), com uma grande densidade populacional, já o local de onde se deriva a contaminação é classificado como uma ZP (Zona de Portuária). É imprescindível ressaltar a importância de uma boa qualidade das águas subterrâneas locais devido a inexistência de abastecimento de água pelo município em diversos pontos do bairro. Sendo assim os moradores suprem suas necessidades básicas através da captação de águas por poços amazonas, que se encontram contaminados.



Figura 01. Usina Termelétrica Rio Madeira no bairro Nacional.

Fonte: Google Maps, (2021).

Caracterização Física, Geológica, Geomorfológica e do Solo

A área no entorno imediato é a mais afetada pois recebe toda contaminação, a partir disso, a propagação dos contaminantes dependerá dos veículos e mídias existentes no meio físico. Para o início do estudo foi necessário determinar as características locais, levando em consideração os aspectos físicos, geológicos e geomorfológicos, visto que tais aspectos influenciam diretamente na forma como o fluido poluidor se comporta no solo até que alcance as águas subterrâneas. A coleta das informações supracitadas serviu como fator crucial na determinação dos pontos de coleta de amostras.

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS juntamente com a base de dados de poços do Estado de Rondônia proporcionaram informações que permitiram estruturar um plano de ação para levantar dados de qualidade de água dos poços abastecidos pelo lençol freático contaminados pelo vazamento, disponibilizando informações como análises químicas, informações hidrogeológicas, geológicas e o perfil construtivo local, conforme demonstrado na Figura 2.

| | | | | | |
|-------------------------------|--|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
| Feição Geomorfológica: | | | | | |
| Descrição: | | | | | |
| Formação Geológica: | | | | | |
| Profundidade Inicial (m): | | Profundidade Final (m): | Tipo de Formação: | | |
| 0.00 | | 48.00 | Grupo JI-parana | | |
| Dados Litológicos: | | | | | |
| De (m): | | Até (m): | Litologia: | | Descrição Litológica: |
| 0 | | 11.5 | Argila arenosa | | Argila arenosa amarela |
| 11.5 | | 43 | Areia conglomerática | | Areia conglomerática |
| 43 | | 48 | Siltite | | Siltite cinza amarelado |
| Aquifero no Ponto | | | | | |
| | | | Topo (m): | 9.00 | |
| | | | Base (m): | 48.00 | |
| Aquifero: Poroso | | | Captação: | Simultânea | |
| | | | Condição: | Semi-Confinado | |
| | | | Penetração: | Total | |
| Nível da Água: | | | | | |
| Data: | | | 08/03/1988 | | |
| Nível da Água (m): | | | 6.3 | | |
| Nível Medido Bombeando (S/N)? | | | S | | |
| Vazão (m³/h): | | | 34.5 | | |

Figura 02. Relatório de características geomorfológicas do bairro Nacional.

Fonte: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS

Determinação dos Pontos de Coleta

O Sistema de abastecimento água de Porto Velho beneficia 65% da população, o município tem hoje 539.354 Habitantes (IBGE/2020), e a alternativa usada pelos moradores é a utilização das águas subterrâneas, sendo estas coletadas em poços amazônicos e poços tubulares.

A fim de encontrar traços da contaminação no lençol freático utilizado para o abastecimento populacional, foi realizada uma triangulação de forma a captar 3 extremidades estratégicas no entorno do vazamento, visando determinar os pontos de maior contaminação e possibilitar o estudo do comportamento do fluido poluidor. Foram realizadas 6 coletas de amostras, sendo 5 (cinco) em poços amazonas e 1 (uma) em um córrego próximo às propriedades afetadas, tais coletas foram realizadas no mês de Maio/2021, período este enquadrado no inverno amazônico. A avaliação prévia da contaminação pelo fluido poluidor foi baseada nas características hidrogeológicas e geofísicas do solo local.

A Figura 3 apresenta a localização dos pontos de coleta, assim denominados:

AS-1 - Água Superficial do ponto de coleta 1

AP-1- Água de Poço do ponto de coleta 1

AP-2 - Água de Poço do ponto de coleta 2

AP-3 - Água de Poço do ponto de coleta 3

AP-4 - Água de Poço do ponto de coleta 4

AP-5 - Água de Poço do ponto de coleta 5

Vale ressaltar que a coleta de pontos próximos se dá pela diferença geomorfológica local, a exemplo disto temos os pontos de coleta AP-04 e AP-02, o ponto de coleta AP-02 está localizado em um local de maior altitude, tornando-se portanto a montante do ponto AP-04, tal escolha foi realizada visando identificar a possível percolação do fluido poluidor para localizações mais altas. A mesma linha de raciocínio foi adotada para os pontos AP-01 e AP-05, sendo considerado o ponto AP-01 a montante e o ponto AP-05 a jusante da contaminação.



Figura 03. Usina Termelétrica Rio Madeira no bairro Nacional.

Fonte: Google Maps, (2021).

Análise Laboratorial dos Materiais Coletados

As análises físico-químicas e microbiológicas das amostras coletadas foram realizadas no laboratório da FARO aplicando os procedimentos e normas vigentes para cada parâmetro a ser determinado. Seguindo padrões de qualidade da água para consumo humano e outras áreas (como entretenimento e indústria) preconizados pelas normas vigentes, já as análises de óleos e graxas foram realizadas no laboratório LAPEF - Laboratório Análise de Água, Efluentes, Solo e Derivados de Petróleo localizado no município de Porto Velho.

Foram coletados dados de campo como: Data e hora da coleta, ocorrência de chuva, coordenadas geográficas, natureza do poço (Amazônico ou tubular), nível estático da água, nome do proprietário e endereço da localidade. Dentre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, destacam-se: pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, e coliformes fecais e totais. Para as análises de detecção de óleos e graxas foram realizados os ensaios de teor de BTEX e índice de hidrocarbonetos (TPH).

Para a coleta das amostras em campo foram utilizadas garrafas de plástico esterilizadas (1L), que foram lançadas até o nível estático do poço com o auxílio de uma linha de nylon de forma a mergulhar a mesma permitindo que a água adentrasse ao recipiente, desta forma foram coletadas 1 litro de amostra de água de cada ponto estudado e transferida para os frascos de coleta disponibilizados pelo laboratório. Para verificação dos parâmetros fora do padrão serão observados os limites adotados pela resolução

CONAMA: Das Águas Doces, Seção I – Art. 4º, Classe I – RESOLUÇÃO CONAMA No 396, de 03 de Abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

Questionário de Pesquisa Populacional

Como ferramenta de pesquisa utilizou-se um questionário com perguntas abertas aos moradores das residências selecionadas para o estudo de seus poços, visando a coleta de dados informativos referente à atual condição de tais moradores locais com relação aos prejuízos decorrentes da contaminação. Para isso, foram realizadas as seguintes perguntas:

1. Há quanto tempo residem no local?
2. Os moradores da residência têm conhecimento sobre o vazamento de óleo?
3. Notou-se a presença de cheiro, cor ou sabor na água?
4. Existe histórico de alagamentos na região?
5. Qual a forma de abastecimento de água da residência? CAERD, poço tipo amazonas, poço artesiano, outros...
6. Existem históricos de doenças infecciosas? (Vômitos, náuseas, diarreias, etc...)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o Ministério da Saúde Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, os critérios de potabilidade são um conjunto de valores utilizados como parâmetros para a determinação da qualidade da água de abastecimento para o consumo humano. O trabalho atual é de cunho investigativo determinando a potabilidade das amostras de água analisadas e os poluentes derivados de petróleo ou coliformes nelas existentes, posto que os parâmetros analisados são suficientes para a determinação de tal qualidade e dos riscos ao plantio local e à saúde humana. Não foram analisadas as presenças de produtos químicos inorgânicos nas amostras de água devido os mesmos não serem pertinentes ao estudo.

Parâmetros físico-químicos

Através dos ensaios realizados no laboratório da FARO, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 1) a respeito dos parâmetros físico-químicos, sendo eles: pH, condutividade elétrica, cor e turbidez.

| PARÂMETROS | UNID | AP-1 | AP-2 | AP-3 | AP-4 | AP-5 | AS-1 | CONAMA N° 396/2008 |
|------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------|
| pH | - | 6,17 | 6,12 | 6,6 | 5,54 | 5,36 | 5,75 | 6,0 - 9,0 |
| CONDUTIVIDADE ELÉTRICA | $\mu\text{s/cm}$ | 75 | 113 | 125 | 29 | 112 | 72 | - |
| COR | ppm | 2,5 | < 3 | < 3 | 5 | < 3 | 3 | 15 |
| TURBIDEZ | NTU | 357 | 0,02 | 0,02 | 249 | 0,02 | 187 | 100 |

Tabela 01. Resultados dos parâmetros físico-químicos.

Fonte: Autora (2021)

pH (Potencial Hidrogeniônico)

O pH é um parâmetro muito importante, pois indica a acidez ou alcalinidade das soluções. Por meio dele pode-se ter noção da qualidade de dejetos industriais lançados na água, conforme leciona SANTOS, 2013 (apud. Macedo, 2000).

Os parâmetros adotados para o pH de água podem variar de 0 a 14 identificando a acidez, a neutralidade ou a alcalinidade de uma solução aquosa, sendo considerado um pH <7,0 para soluções aquosas ácidas, pH = 7,0 para soluções neutras e pH >7,0 para soluções alcalinas. A partir disto, fica definido como parâmetro para consumo humano uma faixa de pH entre 6 a 9 conforme preconizado pela CONAMA N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005*

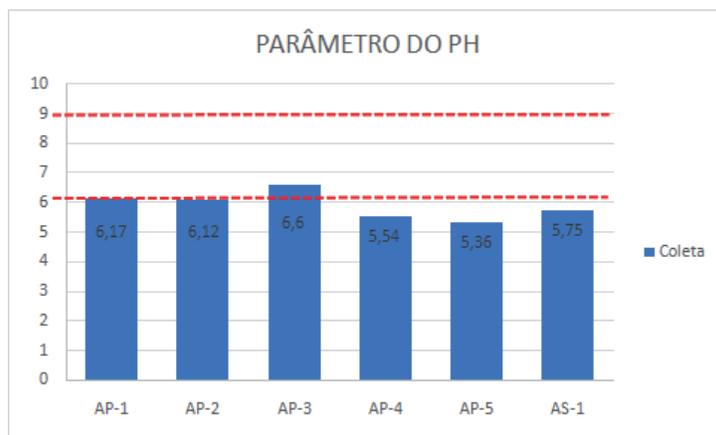


Figura 04. Faixas de limites do pH conforme previsto pela Conama e os respectivos resultados obtidos

Fonte: Autora (2021)

Quanto ao pH das amostras coletadas, os resultados obtidos indicam que as amostras AP-04, AP-05 E AS-01 estão fora da faixa do pH indicado na legislação vigente conforme demonstrado na figura 4, apresentando-se na faixa ácida abaixo de 6,0. Já as demais

amostras analisadas estão em conformidade com a faixa de pH indicada na legislação vigente, sendo estas as amostras AP-01, AP-02 E AP-03, onde as mesmas obtiveram pH entre 6,0 e 9,0. Todavia obteve-se uma média de pH 5,92 entre as amostras analisadas, coerente com o pH das águas subterrâneas da região de Porto Velho (CPRM, 2011)

Ainda que praticamente todas as etapas de tratamento de água dependam do pH obtido, como nos processos de neutralização, desinfecção, precipitação, dentre outros, o mesmo não possui caráter determinante para classificá-la uma água como potável ou não, devido o mesmo não apresentar danos à saúde humana a curto prazo.

Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade de um ambiente aquoso conduzir corrente elétrica e está inteiramente ligada ao teor de sais dissolvidos no mesmo sob a forma de íons. Ainda que não seja possível a detecção dos sais dissolvidos por meio deste parâmetro, o mesmo é um indicador de presença de fontes poluidoras na água. A condutividade elétrica não representa riscos à saúde humana, porém é através deste parâmetro que se torna possível determinar a concentração de sólidos totais dissolvidos, onde estes podem apresentar riscos à saúde, uma vez que em excesso, além de tornar a água desagradável ao paladar, possibilita também a formação de cálculos renais devido o acúmulo de sais na corrente sanguínea.

Quanto à condutividade elétrica resultante das amostras coletadas, não existe referência normativa a ser adotada para este parâmetro. Diante disso, subentende-se que quanto menor a condutividade elétrica, maior a possibilidade de presença de matérias orgânicas (óleos, graxas, álcool, fenóis), devido as mesmas não conduzirem corrente elétrica, e quanto maior a condutividade elétrica maior será a presença de sais na amostra.

Verifica-se que a amostra AP-04 apresentou a menor condutividade elétrica (29 $\mu\text{S/cm}$), caracterizando a amostra com a maior possibilidade de presença de matérias orgânicas quando comparado às demais, uma vez que tais matérias orgânicas não possuem capacidade de condução elétrica, sendo considerados isolantes. Já as amostras, AP-02, AP-03 E AP-05 obtiveram os maiores resultados de condutividade elétrica, ultrapassando a faixa de 100 $\mu\text{S/cm}$, representando as amostras com maior concentração de sais e consequentemente menor presença de matéria orgânica. Entre as amostras obteve-se uma média de 87,66 $\mu\text{S/cm}$.

Cor

A cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição da água analisada, que visa indicar a presença de substâncias dissolvidas na água. De acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível de cor na água distribuída é de 15,0 U.C. Diante disto, todas as amostras de água analisadas encontram-se dentro da faixa indicada pela legislação vigente, indicando uma presença aceitável de matéria orgânica ou metais conforme a figura 5 apresentada abaixo.

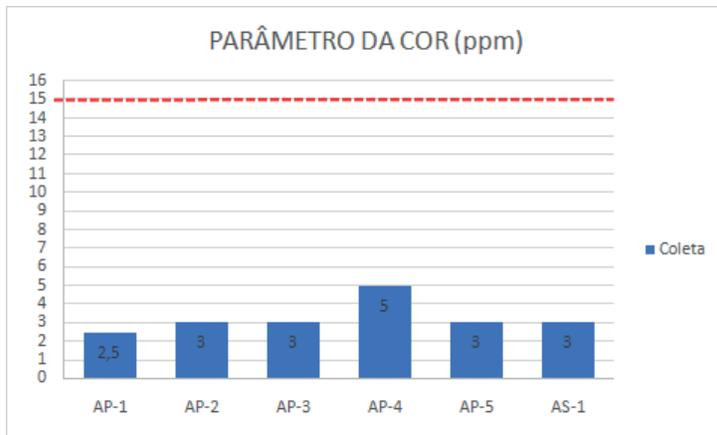


Figura 05. Faixa de limites do parâmetro cor conforme previsto pela conama e os respectivos resultados obtidos.

Fonte: Autora (2021)

Turbidez

A turbidez possui uma ampla importância quanto ao monitoramento ambiental, funcionando como um indicador de poluição. Segundo a Portaria nº 2.914/011, o valor máximo permitido para a turbidez de água potável é de 5,0 NTU. Quanto maior a intensidade da luz espalhada menor será a turbidez da amostra analisada.

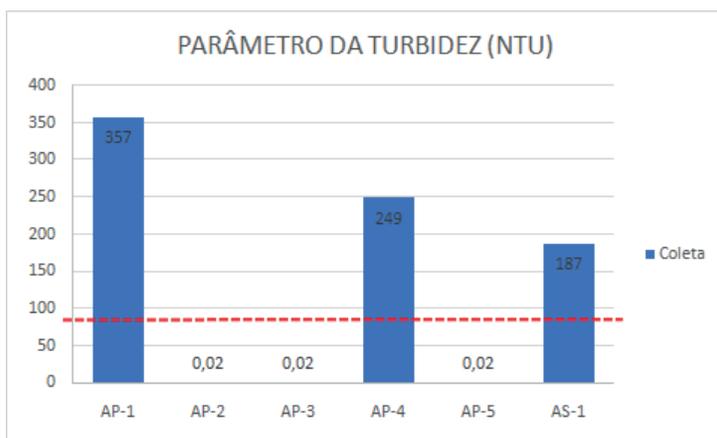


Figura 06. Faixa de limites do parâmetro cor conforme previsto pela conama e os respectivos resultados obtidos

Fonte: Autora (2021)

No que se refere aos resultados obtidos nas análises é possível verificar que as amostras AP-01, AP-04 e AS-01 obtiveram valores acima do permitido por norma, isso indica que nessas amostras há a possibilidade de uma maior presença de matérias sólidas em

suspensão na água, bem como argilas, siltes, e também a presença de matérias orgânicas, foco este do presente estudo. Já as amostras AP-02, AP-03 e AP-05 encontram-se com resultados dentro da faixa limite preconizada pela CONAMA, conforme demonstrado na tabela.

Ensaio Microbiológicos

| PARÂMETROS | UNID | AP-1 | AP-2 | AP-3 | AP-4 | AP-5 | AS-1 | CONAMA n° 357/2005 |
|------------------------------|--------------|----------|------|------|------|------|-----------|--------------------|
| COLIFORMES FECAIS ou E. Coli | UFC / 100 ml | 480 0 | 800 | 640 | 720 | 0 | 1216 0 | 1000 |
| COLIFORMES TOTAIS | UFC / 100 ml | 680 0 | 1200 | 1600 | 2480 | 240 | 1280 0 | - |

Tabela 02. Resultados das análises microbiológicas.

Fonte: Autora (2021)

Os coliformes totais são os mais importantes indicadores da poluição em águas, onde tais micro-organismos são detectados rapidamente por técnicas que consistem na adição de substratos enzimáticos para a detecção de β -D-galactosidase, que indica a presença de coliformes totais, e de β -Dglucoronidase, que indica a presença de E. coli. (Silva et al., 2013).

Os coliformes totais são considerados microorganismos ambientais, e indicam que a água possa estar em contato com algum tipo de matéria orgânica, o que pode ocorrer devido à permeabilidade das paredes dos poços de coleta que são revestidas, em sua grande maioria, por alvenaria convencional sem a presença de reboco, ou tratamento de impermeabilização nas mesmas. Embora seja considerado um indicador de poluição da água, seu uso para a avaliação de contaminação fecal é muito limitado. Isso se deve ao fato de que também existem bactérias de origem não fecal neste grupo SILVA, (apud. BARBOSA; 11 LAGE; BADARÓ, 2009; DA SILVA et al., 2013).

A *Escherichia coli* é um microorganismo encontrado em fezes humanas e de animais, presentes comumente em solo com contaminação fecal, água e esgoto. A presença de E. coli nas amostras sugere que esta água é imprópria para o consumo humano, já que esta bactéria é uma importante causa de gastroenterites SILVA, (apud. ALVES et al., 2008; SIQUEIRA et al., 2010; DA SILVA et al., 2013).

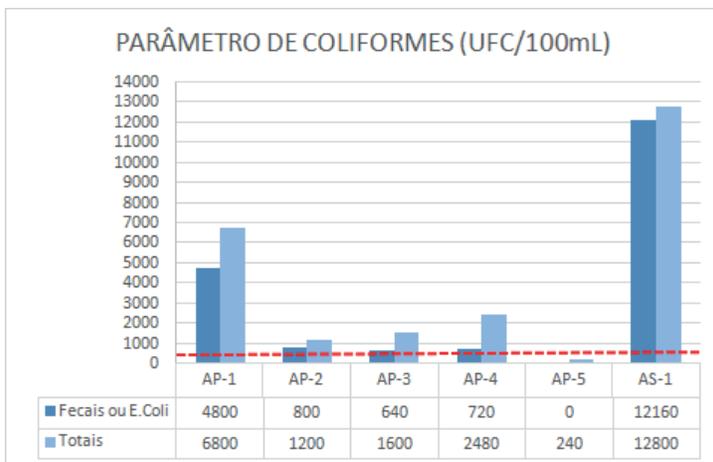


Figura 07. Gráfico dos resultados das análises microbiológicas

Fonte: Autora (2021)

Do total de 6 amostras coletadas, todas apresentaram uma grande carga de bactérias heterotróficas exceto a amostra AP-05, onde não houve detecção de coliformes fecais ou *E. Coli*, todavia, em todas as amostras, detectou-se a contaminação por coliformes totais. A Portaria nº 2.914/2011 estabelece o padrão microbiológico da água para o consumo humano e determina a ausência de positividade de coliformes totais e *Escherichia coli* por 100 mL de amostras de água analisada. Sendo assim, no que se refere às análises microbiológicas, a água destes poços não pode ser considerada potável, de acordo com a Portaria Nº 15 2914, de dezembro de 2011 (MS), uma vez que foram detectados altos valores de coliformes fecais e totais em todas as amostras analisadas ultrapassando os valores dispostos pela legislação vigente, conforme supracitado.

Teor BTEX

| PARÂMETROS | UNID | AP-1 | AP-2 | AP-3 | AP-4 | AP-5 | AS-1 | CONAMA nº 396/2008 |
|--------------|------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|--------------------|
| Benzeno | mg/L | 0,091 | < 0,001 | < 0,001 | 0,071 | < 0,001 | < 0,001 | 0,005 |
| Tolueno | mg/L | 0,042 | < 0,001 | < 0,001 | 0,012 | < 0,001 | < 0,001 | 0,17 |
| Etilbenxeno | mg/L | 0,021 | < 0,001 | < 0,001 | 0,061 | < 0,001 | < 0,001 | 0,2 |
| Xileno Total | mg/L | 0,03 | < 0,002 | < 0,002 | 0,068 | < 0,002 | < 0,002 | 0,3 |

Tabela 03. Resultados das análises de BTEX.

Fonte: Autora (2021)

Como pode ser observado, as amostras de água analisadas apresentaram valores inferiores ao limite máximo de enquadramento da resolução CONAMA N°396, de abril de 2008. Entretanto em todas as amostras foram detectadas concentração de compostos BTEX. Tais resultados levam ao entendimento de que a situação quanto a contaminação das águas não é preocupante, no quesito analítico, porém é possível identificar de forma visual uma grande presença de óleos ou graxas na superfície da água nos locais de coleta, conforme mostra a figura 8, esta presença de óleos ou graxas superficiais impedem a entrada de luz e oxigênio da água, podendo ocasionar a morte de espécies aquáticas posto que seu desenvolvimento e sobrevivência dependem da luz solar. A correta fiscalização por parte governo federal e das agências estaduais responsáveis e o monitoramento contínuo da poluição são de extremamente importância para garantir a integridade do meio ambiente local, uma vez que houve a confirmação da contaminação em estudo por parte do Ministério Público no ano de 2020.



Figura 08. Detecção visual da presença de óleo ou graxas na superfície das amostras coletadas

Fonte: Autora (2021)

TPH Total

| PARÂMETROS | UNID | AP-1 | AP-2 | AP-3 | AP-4 | AP-5 | AS-1 | CONAMA N° 357/2005 |
|-------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| fenantreno | µg/L | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | SVR / µg/L |
| Benzo(a) antraceno | µg/L | 0,002 | < 0,005 | < 0,005 | 0,001 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 |
| Benzeno(a) pireno | µg/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 |
| Indeno (1,2,3-cd)pireno | µg/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 |
| Estireno | µg/L | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,02 |
| Dibenzo(a) pireno | µg/L | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | SVR / µg/L |
| Nastaleno | µg/L | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | SVR / µg/L |
| Dibenzo(a.h) antraceno | µg/L | 0,01 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,005 | 0,05 |

Tabela 04. Resultados das análises do índice de hidrocarbonetos.

Fonte: Autora (2021)

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Essas substâncias geralmente são hidrocarbonetos e a presença dos mesmos diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa forma, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Quanto ao índice de hidrocarbonetos, houve detecção em todas as amostras e os resultados indicaram baixas concentrações de forma que todas as amostras analisadas encontram-se dentro do limite permitido pela CONAMA, isto mostra que assim como os resultados obtidos nas análises de BTEX a situação quanto a contaminação das águas por hidrocarbonetos não é preocupante, no quesito analítico, no entanto torna-se necessário observar a ocorrência de doenças infecciosas e problemas neurológico nas famílias afetadas pela contaminação devido a detecção de hidrocarbonetos ainda que enquadrados dentro das faixas limites preconizado pela CONAMA.

Questionário

Através do questionário foi possível tomar ciência por parte dos moradores a respeito do histórico da contaminação, desde como a mesma ocorreu e a forma como afeta em suas vidas. Foram levantados questionamentos a respeito da ciência dos moradores quanto a poluição, a incidência de alagamentos na região, presença de cheiro ou gosto na água, qual o tipo de abastecimento de água utilizado pela residência e a possibilidade da existência de um histórico de doenças infecciosas (vômitos, náuseas, diarreias, etc...).

Em sua grande maioria as respostas foram similares. Em todas as residências os moradores haviam conhecimento sobre a contaminação e apenas um morador não acusou a presença de cheiro ou gosto similar ao de combustível na água dos poços, além disso, os moradores informaram um grande histórico de doenças infecciosas nas famílias afetadas após a contaminação, os peixes que viviam em igarapés próximos a área afetada morreram e o plantio local tornou-se deficiente trazendo grandes prejuízos a área local, devido a mesma ser considerada uma área chacareira com forte incidência de plantio para o sustento das famílias locais. Com relação ao abastecimento de água pela concessionária local, o mesmo é inexistente, onde de acordo com os moradores foram realizadas as instalações iniciais para o abastecimento de água, porém não foi feita a ligação para as residências.

Sugestões para Mitigação do problema dos residentes

O levantamento das condições da qualidade da água dos poços, mostra a impossibilidade do consumo seguro das mesmas. Dessa forma o presente trabalho avaliou as seguintes propostas de mitigação:

- I. Perfuração de poços artesianos - Por meio de uma pesquisa local com moradores da região que já possuíam poços artesianos em suas propriedades e com a confirmação da veracidade das informações por empresas especializadas em perfuração de poços artesianos do município, verificou-se que a profundidade média de alcance de água, $\pm 50\text{m}$ de profundidade de forma a captar águas que se enquadrem dentro dos parâmetros previstos para o consumo humano conforme a CONAMA N° 357 de 17 de Março de 2005, é em média de . Diante disto, realizou-se cotações em empresas municipais especializadas em perfuração de poços artesianos e o custo médio para perfuração por unidade habitacional para a profundidade e área de estudo desejada varia entre R\$14.000,00 (Quatorze mil reais) à R\$ 16.000,00 (Dezesseis mil reais).
- II. Interligação da rede de distribuição da concessionária, existente no bairro, uma vez que ja possuem instalações de distribuição de água executadas pela concessionária local (CAERD) porém inacabadas. Existe ainda um reservatório instalado no bairro com capacidade de 3,5 milhões de litros. As obras para a distribuição de água à população local foram paralisadas no ano de 2018 e serão retomadas no ano de 2021.
- III. Remediação do solo para futuras: após o estancamento do vazamento e remoção da fonte de contaminação, sugere-se proceder à recuperação do solo contaminado por meio da biorremediação. De modo geral, a biorremediação baseia-se na degradação bioquímica dos contaminantes por meio da atividade de microorganismos presentes ou adicionados no local de contaminação (Bernoth et al., 2000). Conforme Andrade (2010) os solos possuem, naturalmente, inúmeros microorganismos com capacidades metabólicas variadas podendo tornar-se capazes de degradar eficientemente diferentes contaminantes, como o petróleo e seus derivados. Contudo, em alguns casos, a contaminação de solos por estas substâncias tem se tornado

uma problemática mundial, principalmente, devido à dificuldade de reabilitar a área contaminada. Deve-se levar em conta o alto custo para a realização de tal estudo e implantação do mesmo, visto que o período mínimo para a obtenção de resultados positivos válidos podem levar anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à forma de abastecimento de água domiciliar, dos cinco poços monitorados, os poços amazônicos são a única forma de abastecimento de água em 100% das residências utilizadas para o estudo, não havendo abastecimento de água da rede pública. Vale ressaltar que para o suprimento das necessidades dos moradores, a empresa responsável pela propagação da poluição tem fornecido temporariamente água potável de suas instalações para os moradores locais através de uma instalação provisória. O estado da edificação, o saneamento e a localização do poço são fatores importantes diretamente relacionados à saúde dos consumidores finais da água, principalmente para as crianças que são mais suscetíveis às doenças transmitidas pela água.

A análise dos dados quanto ao BTEX, não apresentaram valores que ultrapassem os limites de potabilidade impostos pela CONAMA nº 396, sendo as piores situações de contaminação encontradas nas amostras AP-01 E AP-04 e as situações mais favoráveis foram encontradas nas amostras AP-02, AP-03, AP-05 e AS-01, tais diferenças de valores em localidades próximas dá-se pela geologia local, visto que as amostras AP-02,03,05 e AS-01 encontram-se em pontos de maiores altitudes, dificultando a percolação do fluido poluidor uma vez que o mesmo está desfavorável à gravidade.

Ainda que não detectados valores acima do limite previsto para as análises de teor de BTEX e índice de hidrocarbonetos, foco este do presente estudo, e além da possível detecção visual da presença de óleos e graxas na lâmina superficial das águas coletadas, através dos demais parâmetros analisados, foi possível concluir que existem várias fontes com potencial poluidor que permitem caracterizar a água dos poços estudados como imprópria para consumo. Em uma visão macro de todos os parâmetros estudados, determina-se portando os pontos de coleta AS-01, AP-01 e AP-04 como os mais críticos nos quesitos microbiológicos, físico- químicos e pela presença de derivados de petróleo.

Para tanto, a partir dos resultados obtidos é possível realizar o estudo a longo prazo a respeito da viabilidade da utilização de processos de biorremediação no local, visando a correção natural do solo. Contudo, havendo a necessidade de uma rápida intervenção, adota-se como proposta de solução a perfuração de poços artesianos para as famílias afetadas, obtendo-se um custo médio de R\$14.000,00 a R\$16.000,00 reais. Além disso, os poços tipo amazonas devem ser desativados e aterrados, impossibilitando a utilização de águas impróprias para o consumo humano.

