

Análise físico-química da água de poços em uma área urbana de ocupação irregular na Amazonia Brasileira

Physicochemical analysis of water from wells in an urban area of irregular occupation in the Brazilian Amazon

Análisis fisicoquímico de agua de pozos en un área urbana de ocupación irregular en la Amazonía brasileña

Recebido: 24/02/2022 | Revisado: 06/03/2022 | Aceito: 09/03/2022 | Publicado: 17/03/2022

Sérgio Gouvêa de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6946-6672>

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

E-mail: sergio.melo@ulbra.br

Joseph Simões Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9715-816X>

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

E-mail: josephribeiro_@hotmail.com

Ruy Bessa Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4806-8835>

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

E-mail: ruybessa@yahoo.com.br

Lucinewton Silva de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9266-946X>

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

E-mail: lucinewton.moura@yahoo.com.br

Júlio Tota da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4093-6586>

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

E-mail: totaju@gmail.com

Resumo

Os recursos hídricos são de suma importância na manutenção da vida e saúde humana e, sua qualidade pode ser deteriorada conforme o avanço de ocupações irregulares, podendo contaminar os recursos hídricos subterrâneos. No Brasil o Ministério da Saúde tem portarias que balizam parâmetros para a potabilidade da água subterrânea para consumo humano. Assim o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água de poços na Ocupação Vista Alegre do Juá no município de Santarém por meio da Portarias 888/21 do Ministério da Saúde e 396/08 Conama. As amostras foram coletadas em três poços do tipo tubular, a fim de avaliar 12 parâmetros físico-químicos, comparando os resultados com os padrões preestabelecidos pela legislação vigente. Os três poços analisados, apresentaram três dos 12 analisados parâmetros analisados fora do permitido pela legislação, sendo eles: fósforo, nitrato e turbidez, com exceção do poço três para este último parâmetro. Essas alterações estão principalmente relacionadas a decomposição de raízes de árvores provenientes do recente desmatamento e o fluxo natural das chuvas que carregam nutrientes de áreas mais altas para as mais baixas, onde se encontram os poços. Os parâmetros citados tornam imprópria a água para o consumo sem tratamento e tem efeitos sobre sua palatabilidade, conferindo propriedades laxantes e outros riscos à saúde se consumidos por longos períodos sem o devido tratamento. Assim, este estudo destaca a necessidade avaliar mais poços e dar suporte aos moradores sobre a utilização de métodos de desinfecção da água antes de seu consumo para evitar doenças de veiculação hídrica.

Palavras-chave: Recurso hídrico; Qualidade da água; Vista Alegre do Juá; Uso do solo.

Abstract

Water resources are of great importance in the maintenance of human life and health, and their quality can deteriorate as irregular occupations progress, which can contaminate groundwater resources. In Brazil, the Ministry of Health has ordinances that set parameters for the potability of groundwater for human consumption. The objective of this work is to evaluate the quality of water from wells in the Vista Alegre do Juá Occupation in the municipality of Santarém, through Ordinance 888/21 of the Ministry of Health and 396/08 Conama. The samples were collected in three tubular-type wells, to evaluate 12 physical-chemical parameters, comparing the results with standards pre-established by current legislation. The three analyzed wells presented three of the 12 analyzed parameters analyzed outside the allowed limits by the legislation, namely: phosphorus, nitrate, and turbidity, except for, well, three for this last parameter. These

changes are mainly related to the decomposition of tree roots from recent deforestation and the natural flow of rain that carries nutrients from higher to lower areas where the wells are located. The mentioned parameters make water unsuitable for consumption without treatment and have effects on its palatability, conferring laxative properties and other health risks if consumed for long periods without proper treatment. Thus, this study highlights the need to evaluate more wells and support residents on the use of water disinfection methods before consumption to avoid waterborne diseases.

Keywords: Water resource; Water quality; Vista Alegre do Juá; Land use.

Resumen

Los recursos hídricos son de suma importancia en el mantenimiento de la vida y la salud humana, y su calidad puede deteriorarse a medida que avanzan las ocupaciones irregulares, que pueden contaminar los recursos hídricos subterráneos. En Brasil, el Ministerio de Salud tiene ordenanzas que establecen parámetros para la potabilidad de las aguas subterráneas para el consumo humano. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la calidad del agua de pozos en la Ocupación Vista Alegre do Juá en el municipio de Santarém a través de la Ordenanza 888/21 del Ministerio de Salud y 396/08 Conama. Las muestras fueron colectadas en tres pozos tipo tubular, con el fin de evaluar 12 parámetros físico-químicos, comparando los resultados con los estándares preestablecidos por la legislación vigente. Los tres pozos analizados presentaron tres de los 12 parámetros analizados fuera de lo permitido por la legislación, a saber: fósforo, nitrato y turbidez, con excepción del pozo tres para este último parámetro. Estos cambios se relacionan principalmente con la descomposición de las raíces de los árboles por la reciente deforestación y el flujo natural de las lluvias que transportan los nutrientes de las zonas más altas a las más bajas, donde se ubican los pozos. Los parámetros mencionados hacen que el agua no sea apta para el consumo sin tratamiento y tiene efectos sobre su palatabilidad, confiriendo propiedades laxantes y otros riesgos para la salud si se consume durante largos períodos sin el tratamiento adecuado. Por lo tanto, este estudio destaca la necesidad de evaluar más pozos y apoyar a los residentes en el uso de métodos de desinfección del agua antes del consumo para evitar enfermedades transmitidas por el agua.

Palabras clave: Recurso hídrico; Calidad del agua; Vista Alegre do Juá; Uso del suelo.

1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável para a vida humana e de outros organismos, sendo também um importante suporte para os ecossistemas. Utilizada como recurso para consumo humano direto e atividades socioeconômicas, drenada de rios, lagos, represas e aquíferos, tem impacto direto na saúde, qualidade de vida e desenvolvimento das populações (Minayo et al., 2000; Ribeiro e Rolim, 2017). Para Carmo et al. (2019), a necessidade de abastecimento de água de qualidade, a ampliação da cobertura desse serviço é uma demanda urgente para a sociedade. Tischer (2017) aponta que o saneamento básico e o controle de sua qualidade são essenciais para garantir a qualidade de vida da população, e esses preceitos devem ser considerados básicos e imprescindíveis.

Tucci (2008) por sua vez cita que uma das reservas de água mais importantes são as nascentes subterráneas, devido ao processo natural de filtração que ocorre no subsolo, essa água costuma ser potável sem tratamento. Já Monteiro (2018) contrapõe afirmando que as águas subterráneas também correm riscos de sofrerem contaminação, mesmo estando menos expostas que águas de rios e lagos. Processo que se deve a infiltrações de contaminantes como provenientes de fossas sépticas, fertilizantes, agrotóxicos e infiltração de metais pesados (Sperling, 2017).

Por esse motivo a avaliação de pontos de abastecimento de água subterrânea à população necessita de uma atenção sanitária especial, para evitar que prejuízos sejam causados à saúde, principalmente para crianças e idosos (A. B. Rodrigues, 2014). Stukel et al. (1990) e Silveira et al. (2021) afirmam que o risco de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio urbano, se dá principalmente em função de contaminação bacteriana das águas de poços próximos de fontes de contaminação. As áreas rurais ou distantes de zonas urbanizadas, desmatadas e degradadas, pecuária extensiva e com ocupação desordenada do solo e destinação incorreta de seus dejetos também contribuem na contaminação do solo (Gregório et al., 2020; Honorato et al., 2020).

No Brasil, cerca de 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica, falta de saneamento básico, tendo um gasto de cerca de R\$ 108 milhões com hospitalizações somente no ano de 2019 (Carlos e Ferreira Filho, 2021). Tal cenário faz necessário o desenvolvimento de políticas públicas para averiguar e assegurar que a população receba água potável cumprindo o estabelecido pela Portaria nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

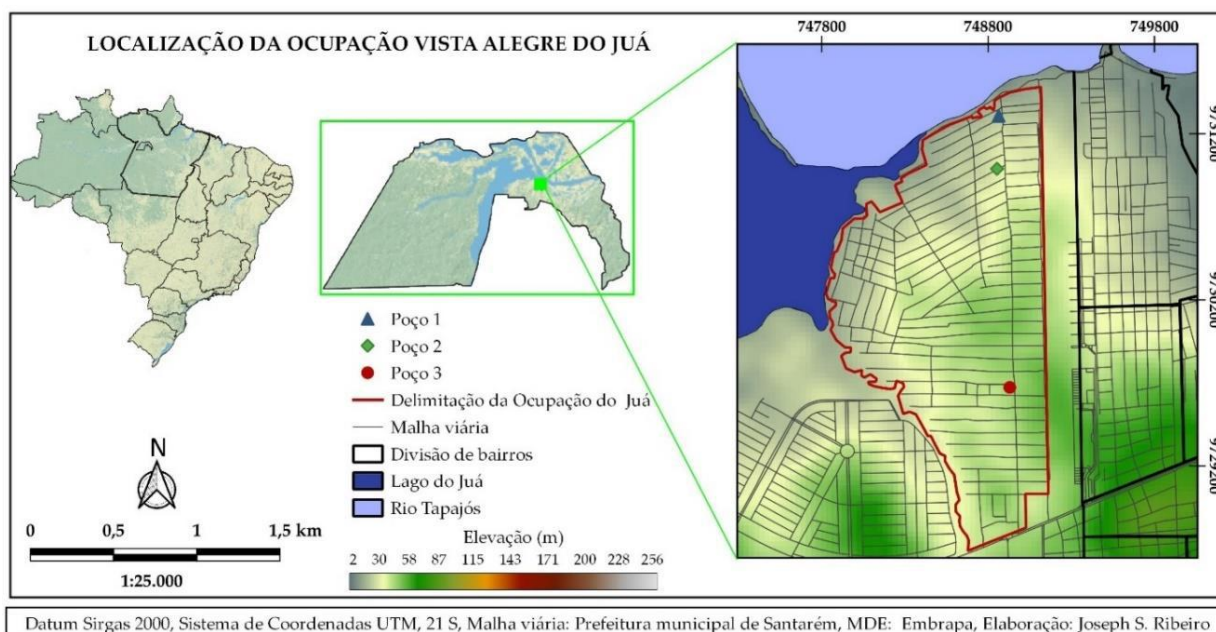
O presente estudo busca avaliar os parâmetros físico-químicos da água da água subterrânea de três poços de distribuição da ocupação Bela Vista do Juá, no município de Santarém e compará-los com o padrão de potabilidade estabelecidos pelas normas da Resolução n° 888/2021 do Ministério da Saúde - MS e n° 396/08 Conama.

2. Metodologia

2.1 Area de Estudo

A área de estudo localiza-se no município de Santarém, região Oeste do Estado do Pará e possui uma extensão geográfica de 17.898 Km², e uma população estimada de aproximadamente 306.480 mil habitantes (IBGE, 2020). A ocupação Vista Alegre do Juá está localizada na área urbana de Santarém, entre as coordenadas geográfica de -2°27'49" e -2°25'37" latitude sul, -54°46'00" e 54°45'16" de longitude oeste (Figura 1), tendo seu processo de ocupação iniciado a partir de janeiro de 2013 em acelerada expansão. Atualmente possui uma extensão territorial de aproximadamente 235,41 hectares e cerca de uma população de 20.000 pessoas são domiciliadas no local (Autor, 2021).

Figura 1 – Mapa de Localização da Ocupação do Bela Vista do Juá e marcação dos poços de distribuição de água.



Fonte: Autores.

2.2 Procedimentos de coleta

As amostras foram coletadas no período da manhã seguindo metodologia preconizada no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA, 2011), totalizando um total de 3 amostras com coletas realizadas em triplicata. Na Tabela 1 observa-se a localização dos poços de distribuição de água, bem como características de altitude, profundidade e tempo de perfuração. As quais no mesmo dia foram analisadas no Laboratório de Química Aplicada a Toxicologia, Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, vinculado a Universidade Federal do Oeste do Pará, avaliando 15 parâmetros que podem ser observados no Quadro 1.

Tabela 1: Caracterização e localização dos poços na Ocupação Vista Alegre do Juá.

Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Profundidade (m)	Tempo de perfuração
Poço 1	-2,429060°	-54,762097°	17,94 m	25	8 anos
Poço 2	-2,431949°	-54,762178°	36,28 m	28	3 meses
Poço 3	-2,443847°	-54,761417°	41,87 m	36	4 anos

Fonte: Autores.

No Quadro 1 os 15 parâmetros serão avaliados em relação a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde que dispõe de procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e Resolução 396/08 Conama que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

Quadro 1 - Parâmetros físico-químicos avaliados para poços da Ocupação do Bela Vista do Juá de acordo com as Portarias 888/21 do Ministério da Saúde (MS) e nº396/08 Conama.

Parâmetro	Unidades	VMP ⁽¹⁾ Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde e Resolução 396/08 Conama
Condutividade	$\mu\text{S}/\text{cm}^{(2)}$	Não faz referência
Cor aparente	uH ⁽³⁾	Não faz referência
Ferro	mg/L	$\leq 0,3^*$
Fosfato	mg/L	Não faz referência
Fósforo	mg/L	0,05*
Nitrato	mg/L	$\leq 10^{***}$
Nitrito	mg/L	$\leq 1^{***}$
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Não faz referência
pH	---	6 - 9,5 ^{**} (4)
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	$\leq 500^*$
Temperatura	°C	Não faz referência
Turbidez	NTU ⁽⁵⁾	$\leq 5^{***}$
Odor	---	Não faz referência
Sabor	---	Não faz referência
Zinco	mg/L	$\leq 5^{***}$

VMP (1) - Valor máximo permissível. $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (2) – Micro Siemens. uH (3) - Unidade Hazen. (4) - águas da região amazônicas são naturalmente ácidas devido a acidez do solo, sendo considerado normal valores de 3 a 6 de pH. NTU (5) - Unidade Nefelométrica de Turbidez; * Resolução 888/2021; ** Resolução 396. *** Ambas as portarias apresentam valores iguais. Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

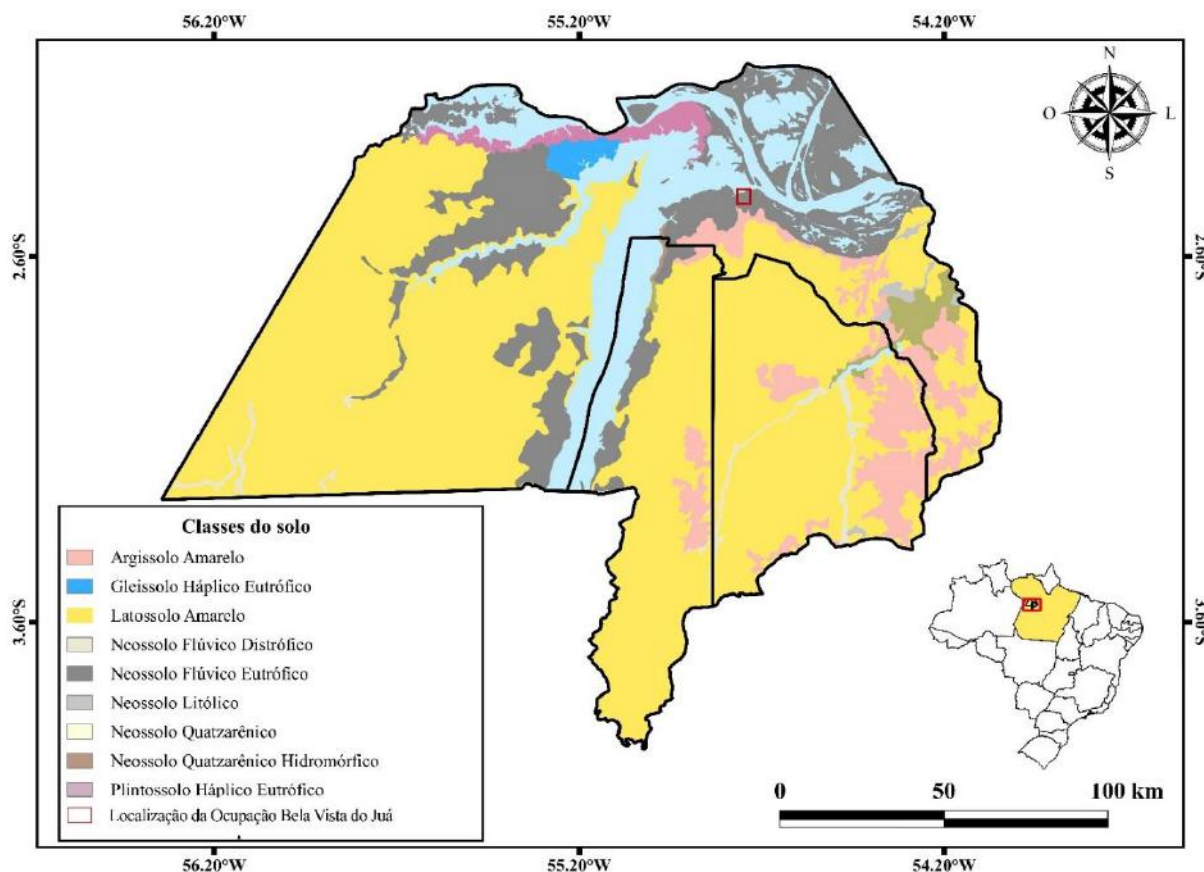
A expansão não planejada das cidades brasileiras tem levado ao desmatamento em áreas de vegetação nativa, gerando problemas econômicos, sociais e ambientais, em Santarém não é diferente, a expansão em direção a áreas de preservação ambiental. No local o predomínio é de populações de baixa renda residindo em domicílios com infraestrutura instável e falta de acesso a serviços de energia elétrica e saneamento básico (Cardoso et al., 2020). Esse processo de ocupação demonstrou também

a retirada de uma grande extensão da cobertura vegetal causando alterações na qualidade da água para o consumo humano e resultou na degradação do lago do Juá, situado na vizinhança e na quantidade de recursos pesqueiros (Cardoso et al., 2018).

3.1 Solos da Região

Segundo a Embrapa (2001) a região apresenta os solos do tipo Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos, sendo predominantes os do tipo Latossolo e Argissolo, onde os Latossolo Amarelo, representam 48% do total da região (Figura 2). São, em geral, solos fortemente ácidos e compostos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares, nos baixos platôs da região amazônica, relacionados à Formação Alter-do-Chão originários de sedimentos cretáceos (Ranzani, 1980). O segundo tipo mais comum de solo na área de estudo é o Argissolo Amarelo distrófico, presente em 23,18% do total da região, apresentam como característica principal um horizonte de acumulação de argila e coloração amarelada, geralmente apresentam baixos teores de ferro. (Embrapa, 2001; Ranzani, 1980).

Figura 2 – Classes de solos presentes na Região de acordo com a Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa.



Fonte: Autores.

3.2 Avaliações da qualidade da água

Em relação a alteração da qualidade da água podemos observar no Quadro 2 as variáveis físico-químicas avaliadas apresentam normalidade em 11 variáveis quatro apresentam alteração significativa segundo as Portarias 888/21 do Ministério da Saúde e nº396/08 Conama, sendo elas, o fósforo, nitrato, pH e turbidez.

Estas alterações estão diretamente relacionadas com os solos do *locus* de estudo. As alterações nos valores de Fosforo e Fosfato que apresentaram as concentrações de 1,00 e 0,30 mg/L, respectivamente, segundo Biggs et al. (2006) as concentrações

desse elemento podem ser naturais pela decomposição de matéria orgânica, desmatamento ou esgoto. Outro aspecto que contribui para valores elevados de fósforo e o do tipo de solo que o local apresenta, sendo do tipo Neossolo Fúlvico que possuem alto teor de argila (Embrapa, 2018), que por sua vez apresenta alta adsorção de fósforo (P) e elevada acidez, fazendo o P se ligar à superfície dos minerais de argilosos (Van Ranst, 1995). Segundo Lair et al. (2009) essa ligação pode ocorrer, fortemente por ligação tipo covalente ou fracamente por forças eletrostáticas. Podendo ocorrer também, reações de precipitação, que constitui-se na reação do íon fosfato que apresenta a concentração de 1 mg/L no poço 1 levando à formação de um composto de baixa solubilidade no solo e mais solúvel em água (Novais et al., 2007).

Os s níveis de nitrato encontra-se 7 vezes maior que o permitido na legislação, esses valores podem estar relacionados com o desmatamento recente da ocupação para instalação de moradias. Segundo Moreira e Malavolta (2004) a decomposição de matéria orgânica, no caso raízes de árvores pode aumentar os níveis de nitrato por um tempo, sendo uma das explicações para o valor de 73 mg/L encontrado, já segundo Menezes et al. (2012) e Ferreira (2019) altos teores de nitrato, nitrito, nitrogênio total e fósforo total revelam a poluição provocada por despejos de esgotos domésticos ou fezes, relacionadas a fossas sépticas ou criação de animais, sendo essa afirmação corroborada por Honorato et al. (2020) que também afirmam que a presença de fossas sépticas pode contaminar o lençol freático.

E para os níveis de pH podem ser explicadas pelas propriedades naturais das águas e solos amazônicos, estes tem características ácidas devido a dissolução de ácidos húmicos pela decomposição da matéria orgânica levando a processos de acidificação dessas matrizes (Junk e Furch, 1980). No caso do parâmetro turbidez este pode ter sido alterada pela falta de limpeza e manutenção na tubulação onde se procedeu a coleta das amostras, sendo este parâmetro não apresentando riscos para a saúde.

Quadro 2 – Resultado das análises físico-químicas do poço de distribuição 1 da Ocupação do Bela Vista do Juá avaliado de acordo com as Portarias 888/21 do Ministério da Saúde e n°396/08 Conama.

Análises Físico-Químicas				
Parâmetros	Método analítico	Código/Amostras	Unidades	VMP ⁽¹⁾ Portaria n° 888/2021 do MS e 396/08 Conama
		Poço 1		
Condutividade	Potenciometria	100	µS/cm ⁽²⁾	Não faz referência
Cor aparente	Calorímetro - Platino Cobalto	< 0,01	uH ⁽³⁾	Não faz referência
Ferro	Kit Hanna	0,00	mg/L	≤ 0,3
Fosfato	Kit Hanna	1,00	mg/L	Não faz referência
Fósforo	Kit Hanna	0,30	mg/L	0,05
Nitrato	Kit Hanna	73	mg/L	≤ 10
Nitrito	Kit Hanna	0,02	mg/L	≤ 1
Oxigênio Dissolvido	Potenciometria	4,85	mg/L	Não faz referência
pH	Potenciometria	5	---	6 - 9,5 ⁽⁴⁾
Sólidos totais dissolvidos	Potenciometria	65,6	mg/L	≤ 500
Temperatura	Potenciometria	29,3	°C	Não faz referência
Turbidez	Nefelométrico	12,7	NTU ⁽⁵⁾	≤ 5
Odor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Sabor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Zinco	Kit Hanna	0	mg/L	≤ 5

VMP (1) - Valor máximo permissível. **µS/cm⁻¹ (2)** – Micro Siemens. **uH (3)** - Unidade Hazen. **(4)** - águas da região amazônicas são naturalmente ácidas devido a acidez do solo, sendo considerado normal valores de 3 a 6 de pH. **NTU (5)** - Unidade Nefelométrica de Turbidez. Fonte: Autores.

No Quadro 3 apenas dois parâmetros apresentam alteração, sendo Fósforo e turbidez, Quevedo e Paganini (2018) afirmam que os níveis de fósforo podem aumentar pela contaminação de uso de detergentes, sabão em pó ou outros saponáceos. Para as amostras de água oriundas dos poço 2 os valores de fósforo total foram de 0,20mg/L, valor similar ao encontrado por Laureano et al. (2020) em águas de poço no município de Ji-Paraná, Rondônia, esses valores estão acima dos permitidos pela legislação que impõe 0,05 mg/L. Em trabalho de Feitosa et al. (2008), o autor afirma que o fósforo pode ser encontrado em altos níveis em águas naturais, principalmente por descargas de esgotos sanitários, em níveis de 0,03 a 0,5 mg/L e valores acima de 1,0 mg/L, são indicativos de águas poluídas

Para valores de oxigênio dissolvido, que não fazem referência na legislação, mas também são importantes, de acordo com Kemerich et al. (2012), valores muito baixos de oxigênio dissolvido indicam má qualidade da água, devido a elevada concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, provavelmente oriundas dos esgotos doméstico, sendo o ideal acima de 4 mg/L.

Para os valores de turbidez (Junk e Furch, 1980) as explicações são semelhantes encontradas no poço 1, onde o parâmetro pode ter sido alterado pela falta de limpeza e manutenção na tubulação onde se procedeu a coleta das amostras, onde os moradores afirmam não fazer regularmente a higienização do local de captação.

Quadro 3 - Resultado das análises físico-químicas do poço de distribuição 2 da Ocupação do Bela Vista do Juá avaliado de acordo com as Portarias 888/21 do Ministério da Saúde e nº396/08 Conama.

Análises Físico-Químicas				
Parâmetros	Método analítico	Código/Amostras	Unidades	VMP ⁽¹⁾ Portaria nº 888/2021 do MS e 396/08 Conama
		Poço 2		
Condutividade	Potenciometria	26,2	µS/cm ⁽²⁾	Não faz referência
Cor aparente	Calorímetro - Platino Cobalto	< 0,01	uH ⁽³⁾	Não faz referência
Ferro	Kit Hanna	0,00	mg/L	≤ 0,3
Fosfato	Kit Hanna	0,50	mg/L	Não faz referência
Fósforo	Kit Hanna	0,20	mg/L	0,05
Nitrato	Kit Hanna	1,00	mg/L	≤ 10
Nitrito	Kit Hanna	0,01	mg/L	≤ 1
Oxigênio Dissolvido	Potenciometria	3,82	mg/L	Não faz referência
pH	Potenciometria	6,2	---	6 - 9,5 ⁽⁴⁾
Sólidos totais dissolvidos	Potenciometria	17,5	mg/L	≤ 500
Temperatura	Potenciometria	31,2	°C	Não faz referência
Turbidez	Nefelométrico	14,9	NTU ⁽⁵⁾	≤ 5
Odor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Sabor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Zinco	Kit Hanna	0	mg/L	≤ 5

VMP (1) - Valor máximo permissível. **µS/cm⁻¹ (2)** – Micro Siemens. **uH (3)** - Unidade Hazen. **(4)** - águas da região amazônicas são naturalmente ácidas devido a acidez do solo, sendo considerado normal valores de 3 a 6 de pH. **NTU (5)** - Unidade Nefelométrica de Turbidez. Fonte: Autores.

No poço de captação três (3) foi relatado por um comunitário, presidente da feira do Juá que o poço três ao ser escavado encontrou-se uma camada de um metro de espessura de solo conhecido como tabatinga, que segundo Embrapa (2018), são tecnicamente conhecidos como Neossolos Flúvicos do tipo gleissólicos que tem características argilosas e com muita matéria orgânica, geralmente encontrada em pântanos ou locais com água permanente ou periodicamente inundados (rios, lagos), no

presente ou no passado remoto. Esse tipo de solo pode estar relacionado a relativa turbidez dos pontos anteriores por possuir grande quantidade de material fino (silte).

No Quadro 4 observa-se que o oxigênio dissolvido foi o mais baixo (3,18 mg/L), seus valores ideais devem ser acima de 4 mg/L (Kemerich et al., 2012), e os parâmetros de fósforo e nitrato estão muito acima do valor máximo permissível, estes valores podem estar relacionados com a localização do ponto que está rodeado de fossas, demonstrando que sua instalação ocorreu de inadequada, não seguindo a distância mínima de 15 metros (Feitosa et al., 2008), e sua uma altitude de 41,87 m, em relação a outras áreas que as altitudes variam de 50 a 60 metros, sendo assim um ponto onde a água da chuva é acumulada pela gravidade, que vem carregando possíveis contaminantes de locais de cotas mais altas, como observado na Figura 3.

Por fim, neste ponto os valores de turbidez encontram-se dentro dos padrões Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde e 396/08 Conama, de vido haver renovação constante da água e higienização do ponto de captação é semanal, explicando assim o nível de turbidez baixo.

Quadro 4 - Resultado das análises físico-químicas do poço de distribuição 3 da Ocupação do Bela Vista do Juá avaliado de acordo com as Portarias 888/21 do Ministério da Saúde e nº396/08 Conama.

Análises Físico-Químicas				
Parâmetros	Método analítico	Código/Amostras	Unidades	VMP ⁽¹⁾ Portaria nº 888/2021 do MS e 396/08 Conama
		Poço 3		
Condutividade	Potenciometria	59,3	µS/cm ⁽²⁾	Não faz referência
Cor aparente	Calorímetro - Platino Cobalto	< 0,01	uH ⁽³⁾	Não faz referência
Ferro	Kit Hanna	0,00	mg/L	≤ 0,3
Fosfato	Kit Hanna	1,10	mg/L	Não faz referência
Fósforo	Kit Hanna	0,40	mg/L	0,05
Nitrato	Kit Hanna	30,70	mg/L	≤ 10
Nitrito	Kit Hanna	0,01	mg/L	≤ 1
Oxigênio Dissolvido	Potenciometria	3,18	mg/L	Não faz referência
pH	Potenciometria	5,4	---	6 - 9,5 ⁽⁴⁾
Sólidos totais dissolvidos	Potenciometria	38,7	mg/L	≤ 500
Temperatura	Potenciometria	29,4	°C	Não faz referência
Turbidez	Nefelométrico	0,02	NTU ⁽⁵⁾	≤ 5
Odor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Sabor	Análise subjetiva	Não objetável	---	Não faz referência
Zinco	Kit Hanna	0	mg/L	≤ 5

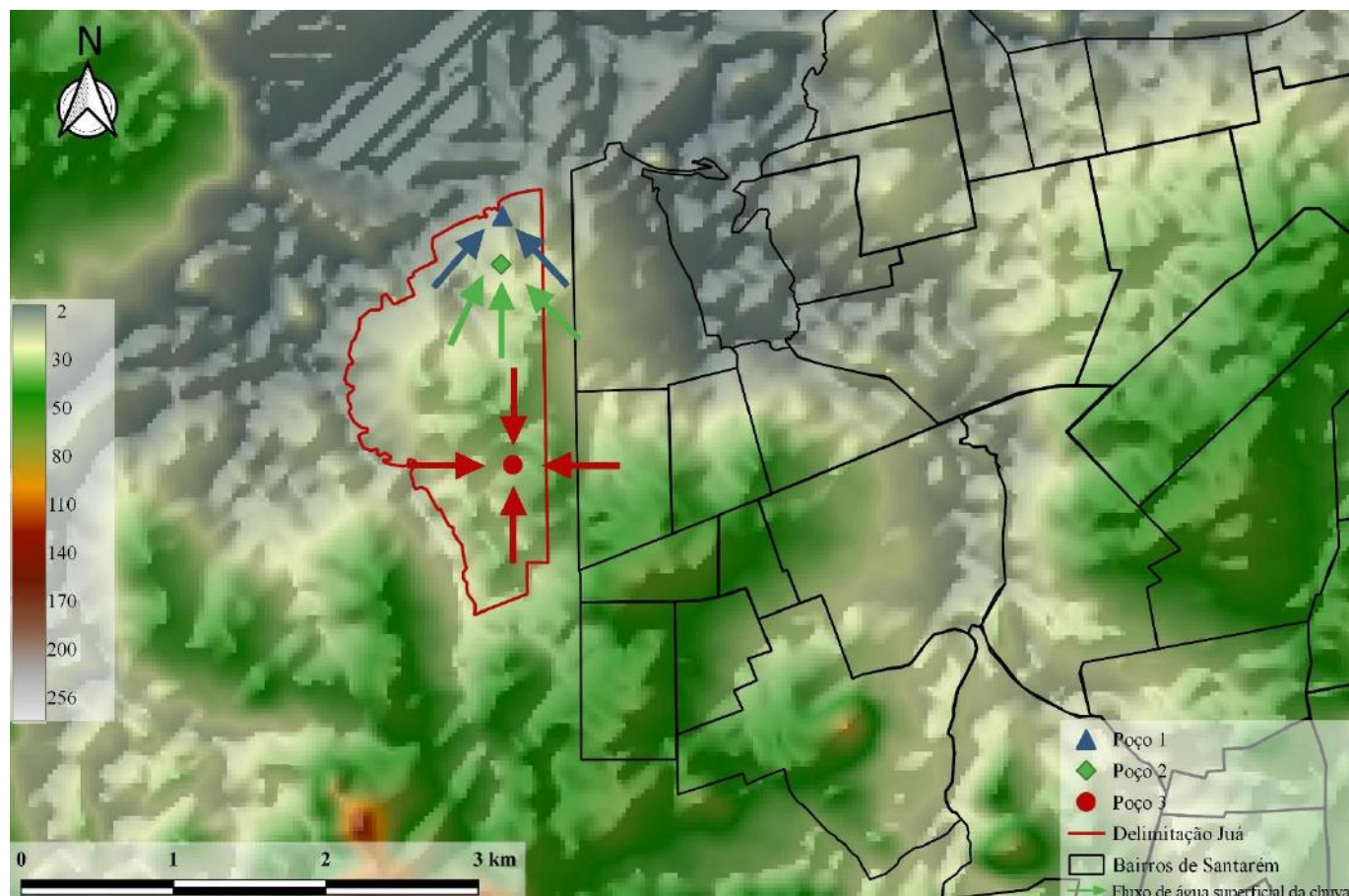
VMP (1) - Valor máximo permissível. **µS/cm⁻¹ (2)** – Micro Siemens. **uH (3)** - Unidade Hazen. **(4)** - águas da região amazônicas são naturalmente acidadas devido a acidez do solo, sendo considerado normal valores de 3 a 6 de pH. **NTU (5)** - Unidade Nefelométrica de Turbidez. Fonte: Autores.

A presença de tabatinga que de acordo com Embrapa (2018) possuem uma camada de até 200 cm e muito argilosos, tem a capacidade de agir comum filtro natural para grande parte dos poluentes. Tendo mais eficiências com poluentes que possuam alto Coeficiente de Sorção pelo Carbono Orgânico do Solo (Koc), parâmetro este que mede a afinidade de um poluente orgânico pela matéria sólida do solo (Felix et al., 2007), dessa forma a qualidade físico-química da água neste local não foi seriamente comprometida por devido a essa característica natural do local.

Na Figura 3 podemos observar a localização dos três pontos, de coleta, onde foi realizada uma técnica de geoprocessamento chamada de sombreamento, dando destaque nas diferentes altitudes presentes no local de estudo. Podemos

notar que o poço três encontra-se em meio a um relevo mais plano, recebendo a contribuição do escoamento das chuvas de pontos mais altos em quatro direções. O enquanto no poço 3 apresenta três direções para de recebimento da contribuição da água proveniente das chuvas. O poço 1 apenas duas, mas nesse caso além das duas direções de contribuição, este ponto recebe todo carreamento de material particulado dos locais acima, por ser o ponto mais baixo da ocupação. Afirmação corroborados pelos resultados das análises, o poço 1 apresentou maiores valores de nitrato, fosforo, fosfato e sólidos totais dissolvido devido dos três poços avaliados.

Figura 3 – Altimetria da Ocupação Vista Alegre do Juá com relevo sombreado.



Fonte: Autores.

Apesar de a água não ser de canalização ou tratada na ocupação Vista Alegre do Juá, a maioria dos inquiridos considera a água para consumo humano de boa ou muito boa qualidade, sendo que apenas um pequeno número afirma que é de má ou muito má qualidade, principalmente em certos períodos como também observado em trabalho de Peroni et al. (2021). Talvez a declaração de má qualidade da água por parte de alguns moradores possa estar relacionada ao período chuvoso, o qual facilita o escoamento vertical de compostos nitrogenados e fosforados, causando odor e sabor desagradáveis a água de acordo com o relato com alguns moradores.

Assim como observado a ocupação de forma desordenada tem afetado os parâmetros físico-químicos da potabilidade da água. E para se ter uma água segura para o consumo dessa população deve-se aliar um duplo tratamento, filtração e cloração, Segundo Fernandes et al. (2015) para a filtração recomenda-se a utilização de filtro de barro tradicional que demonstrou melhor desempenho na remoção de contaminante, e também reduz a acidez, uma característica de águas da região amazônica, obtenha um pH indicado pela Lei. Em relação a desinfecção química Frazão et al. (2018), indica a adição hipoclorito de sódio, para que

ocorra a inativação e destruição de possíveis microrganismos que possam causar danos à saúde. E para recém nascidos aliar um terceiro passo que seria a fervura antes de sua ingestão (Flores et al., 2019).

4. Conclusão

Dessa forma conclui-se que a qualidade físico-química das amostras coletadas nos poços de distribuição teve suas propriedades influenciadas pelo período chuvoso, aliado ao desmatamento recente da área de ocupação e a sua baixa cota altimétrica que faz com que os poços mais a jusante sofram com o carregamento vertical de nutriente advindos de outros baixos e área mais altas da ocupação. Então faz-se necessário a um monitoramento espaço temporal em diversos pontos e auxílio a população residente no tratamento adequado da água para consumo. Dessa forma espera-se como perspectivas futuras que os dados apresentados nesse trabalho sejam de grande valia e divulgados amplamente para se ter uma melhor qualidade na água consumida por esta população, assim reduzindo casos de doenças de veiculação hídrica que possam estar ocorrendo devido aos altos níveis de contaminação presentes.

Referências

- ANA - Agência Nacional das Águas. (2011). *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas*. J. C. et al. . Brandão (Ed.). São Paulo: CETESB; Brasília:ANA.
- Biggs, T. W., Dunne, T., & Muraoka, T. (2006). Transport of water, solutes and nutrients from a pasture hillslope, southwestern Brazilian Amazon. *Hydrological Processes*, 20(12), 2527–2547.
- Cardoso, M. C., Alves, H. da S., & Vieira, T. A. (2020). Impactos socioambientais: a percepção de uma comunidade ribeirinha do Baixo Amazonas, Pará, Brasil. *Gaia Scientia*, 14(4).
- Cardoso, M. C., Silva, R. E. da, Silva, A. D. B. da, & Chiba, H. da S. A. (2018). Pescadores artesanais, conflito de interesses e os recursos pesqueiros vistos como capital natural crítico: o caso do Lago do Juá em Santarém, Pará. *O Social em Questão*, 21(40), 309–332.
- Carlos, E., & Ferreira Filho, R. A. (2021). *Saneamento e doenças de veiculação hídrica DATASUS e SNIS 2019*. Trata Brasil.
- Carmo, I. F. do, Lima, N. S., Almeida, J. J. X. de, Andrade, A. N., & Gomes, W. C. (2019). Analysis of water potability of wells artesianos of themetropolitan region of São Luís–MA. *Revista Ceuma Perspectivas*, 34(2), 44–53.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2001). *Caracterização dos Solos da Área do Planalto de Belterra, Município de Santarém, Estado do Pará*. T. E. Rodrigues, P. L. dos Santos, R. C. de O. Júnior, M. Valente, J. M. L. da Silva, & E. Q. C. Júnior (Eds.). Embrapa Amazônia Oriental.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* H. G. dos Santos, P. K. T. Jacomine, L. H. C. dos Anjos, V. Á. de Oliveira, J. F. Lumberreras, M. R. Coelho, J. A. de Almeida, J. C. de Araújo Filho, J. B. de Oliveira, & T. J. F. Cunha (Eds.); 5th ed.. Embrapa.
- Feitosa, F. A. C., Manoel Filho, J., Feitosa, E. C., & Demetrio, J. G. A. (Eds.). (2008). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações* (3rd ed.). CPRM.
- Felix, F. F., Navickiene, S., & Dórea, H. S. (2007). *Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) como Indicadores da Qualidade dos Solos*. *Revista Da Fapese*, 3(2), 39–62.
- Fernandes, C. V., Misael, C. G. A., Chaves, F. J. F., Santos, J. S. B., Cavalcante, J. N. A., & Vasconcelos, S. F. de. (2015). Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barro tradicionais contrapondo os filtros modernos. *Química: Ciência, Tecnologia e Sociedade*, 4(2), 33–44.
- Flores, N. O., Hoerlle, J. L., Lawisch, G. K. da S., & Maciel, M. J. (2019). Análise microbiológica de mamadeiras em escolas de educação infantil: identificação e estudo de técnicas de desinfecção. *Revista Destaques Acadêmicos*, 11(3).
- Frazão, P., Ely, H. C., Noro, L. R. A., Pinheiro, H. H. C., & Cury, J. A. (2018). O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. *Saúde em Debate*, 42(116), 274–286.
- Gregório, M. G., Brito, A. N. dos S. L. de, Oliveira, A. G. de, Paiva, F. J. da S., & Mascarenhas, N. M. H. (2020). Qualidade microbiológica da água de poços artesanais localizados na Cidade de Acari, Rio Grande do Norte. *Research, Society and Development*, 9(8).
- Honorato, A. L. L., Gomes, J. G. F., Silva, M. do A., & Oliveira, G. A. L. de. (2020). Análise microbiológica da água distribuída no Município de Piripiri – PI proveniente do Açude Caldeirão e de poços artesanais. *Research, Society and Development*, 9(8), e895986318.
- Junk, W. J., & Furch, K. (1980). Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na Bacia Amazônica e nas áreas adjacentes Parte I: Trecho Cuiabá - Porto Velho - Manaus. *Acta Amazonica*, 10(3), 611–633.
- Kemerich, P. D. da C., Silva, R. F. da, & Reque, P. T. (2012). Determinação do índice de qualidade da água do arroio esperança. *Ciência e Natura*, 34(2), 83–98.
- Lair, G. J., Zehetner, F., Khan, Z. H., & Gerzabek, M. H. (2009). Phosphorus sorption–desorption in alluvial soils of a young weathering sequence at the Danube

River. *Geoderma*, 149(1–2), 39–44.

Lameira, L. F. (2019). *Utilização de protocolo de avaliação rápida como instrumento complementar ao monitoramento de recursos hídricos na área urbana de Santarém*. Universidade Federal do Oeste do Pará.

Laureano, J. de J., Mendonça, A. G., Lopes, D. da S., Sousa, L. M. de, Lima, T. de O., Rosa, A. L. D. da, Bastos, W. R., & Nascimento, E. L. do. (2020). Análise da qualidade da água subterrânea. *Águas Subterrâneas*, 35(1).

Menezes, J., Bardy, P., Silva Jr, G. C. da, Prado, K. L. M., & Oliveira, E. dos S. (2012). Qualidade da água superficial em área rural. *Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO*, 3(1), 32–43.

Minayo, M. C. de S., Hartz, Z. M. de A., & Buss, P. M. (2000). Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. *Ciência & Saúde Coletiva*, 5(1), 7–18.

Monteiro, G. F. (2018). *Análises físico-químicas das águas de poços tipo cacimba na cidade de Areia-PB*. Universidade Federal da Paraíba.

Moreira, A., & Malavolta, E. (2004). Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11), 1103–1110.

Novais, R. F., Smyth, T. J., & Nunes, F. N. (2007). Fósforo. In R. F. de Novais, V. H. Alvarez, N. F. De Barros, R. L. Fontes, R. B. Cantarutti, & J. C. L. Neves. (Eds.), *Fertilidade do Solo*. 1st ed., pp. 471–450. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Peroni, J. B., Carvalho, L. H., & Lannes, L. S. (2021). Aspectos de qualidade da água e saneamento básico em um assentamento rural no interior de São Paulo: diagnóstico e perspectivas para a melhoria da qualidade sócio-ambiental. *Research, Society and Development*, 10(2).

Quevedo, C. M. G., & Paganini, W. S. (2018). A disponibilização de fósforo nas águas pelo uso de detergentes em pó: aspectos ambientais e de Saúde Pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(11), 3891–3902.

Ranzani, G. (1980). Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazônica*, 10, 7–41.

Ribeiro, L. G. G., & Rolim, N. D. (2017). Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, 7(1), 7–33.

Rodrigues, A. B. (2014). *Avaliação de risco da qualidade da água de abastecimento de um hospital público regional de urgência e emergência*. Universidade Federal de Campina Grande.

Silveira, P. O., Guasselli, L. A., Oliveira, G. G. de, & Nascimento, V. F. (2021). Relação entre casos de hepatite A e áreas de inundação, município de Encantado, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26(2), 721–728.

Sperling, M. Von. (2017). *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. M. Von Sperling (Ed.); 4th ed. Editora UFMG.

Stukel, T., Greenberg, E., Dain, B., Reed, F., & Jacobs, N. (1990). A Longitudinal Study of Rainfall and Coliform Contamination in Small Community Drinking Water Supplies. *Environmental Science & Technology*, 24(4), 571–575.

Tischer, V. (2017). Magnitude do impacto do esgotamento sanitário no Brasil. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 6(3), 358.

Tucci, C. E. M. (2008). Águas urbanas. *Estudos Avançados*, 22(63), 97–112.

Van Ranst, E. (1995). *Rational soil management in the humid tropics*. Bulletin Des Seances Academie Royale Des Sciences d’Outre Mer, 40, 209–233.