

Qualidade físico-química da água de poços rasos em assentamentos rurais no território central do estado de Rondônia



Physicochemical quality of water from shallow wells in rural settlements in the central territory of the state of Rondônia

Prado, Jhemerson Javarini do; Nogueira, Wesclen Vilar; Cabeça, André Carlos; Pontuschka, Rute Bianchini

 **Jhemerson Javarini do Prado**
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Wesclen Vilar Nogueira**
wesclenvilar@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

 **André Carlos Cabeça**
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

 **Rute Bianchini Pontuschka**
Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Revista Presença Geográfica
Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil
ISSN-e: 2446-6646
Periodicidade: Frequência continua
vol. 9, núm. 2, Esp., 2022
rpgeo@unir.br

Recepção: 05 Julho 2021
Aprovação: 30 Setembro 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2744715008/>

Resumo: A quantidade de água disponível para uso deve ser observada, entretanto, a qualidade não é menos importante, sendo um dos principais fatores para manter a saúde humana. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da água de poços rasos localizados em assentamentos rurais do município de Presidente Médici-RO. Como critério de qualidade, os valores analisados foram comparados com os estabelecidos pela atual legislação do Ministério da Saúde (MS) que estabelece os padrões de potabilidade da água destinada para consumo humano. O estudo foi realizado nos Assentamentos Chico Mendes I e II, sendo esses compostos por cinco agrovilas, três no Assentamento I e duas no Assentamento II, respectivamente. Em cada agrovila foram analisados 3 poços rasos, totalizando 15 poços, sendo denominados de P1 a P15. As coletas de água foram realizadas no período compreendido entre o mês de dezembro de 2016 a maio 2017. Os dados de dureza (mg/L CaCO₃) foram obtidos pela titulação com ácido etilenodiaminotetra-acético (EDTA). Os dados de turbidez (NTU) foram obtidos com turbidímetro. Os dados do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (uS/cm) foram obtidos utilizando sonda multiparâmetro. Os dados de nitrito (NO₂⁻) e alcalinidade (mg/L) foram obtidos com colorímetro. Os resultados demonstraram que todos os poços se apresentaram em algum momento das análises, em desconformidade com a legislação quanto à dureza, à turbidez e ao pH. Os valores para nitrito estiveram abaixo do máximo permitido em todas as análises; condutividade e alcalinidade estiveram de acordo com valores esperados.

Palavras-chave: Amazônia Ocidental, Consumo humano, H.O, Legislação, Potabilidade.

Abstract: The amount of water available for use must be observed, however, the quality is not less important, being one of the main factors to maintain human health. Thus, this study aimed to analyze the physical-chemical parameters of water from shallow wells located in rural settlements in the municipality of Presidente Médici-RO. As a quality criterion, the values analyzed were compared with those established by the current legislation of the Ministry of Health (MS) which establishes the standards for potability of water intended for human consumption. The study was carried out in the Chico Mendes I

and II Settlements, which are composed of five agrovilas, three in Settlement I and two in Settlement II, respectively. In each agrovila, 3 shallow wells were analyzed, totaling 15 wells, being called P1 to P15. Water samples were taken from December 2016 to May 2017. Hardness data (mg/L CaCO₃) were obtained by titration with ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). Turbidity data (NTU) were obtained with a turbidimeter. Data on hydrogen ion potential (pH) and electrical conductivity (uS/cm) were obtained using a multiparameter probe. Nitrite (NO₂⁻) and alkalinity (mg/L) data were obtained with a colorimeter. The results showed that all wells were at some point in the analysis, in non-compliance with the legislation regarding hardness, turbidity and pH. Values for nitrite were below the maximum allowed in all analyses; conductivity and alkalinity were in agreement with expected values.

Keywords: West Amazon, Human consumption, H.O, Legislation, Potability.

INTRODUÇÃO

O processo de globalização contribui de forma direta para o desenvolvimento de uma determinada região. Nesse contexto, o desenvolvimento do território, hoje ocupado pelo estado de Rondônia, não foi diferente (DUARTE; MENDONÇA; BONFANTI, 2021; SOUZA, 2020). A ocupação do estado começou no início do século XX, atrelada ao do ciclo da borracha (NASCIMENTO, 2010). Entretanto, apresentou grande expansão entre 1970 e 1980 com o processo de colonização agropecuária, baseado em um conjunto de políticas (e.g econômica, social e territorial) estabelecidas pelo governo federal, sendo a implantação dos assentamentos realizada no âmbito do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que, atualmente, consolida o estado como nova fronteira de produção a nível nacional (MDR, 2017).

Os assentamentos rurais, apresentam grande importância pois auxiliam os moradores instalados a obter melhores condições de vida a partir do plantio de subsistência e comercialização do excedente (INCRA, 2020). Entretanto, para a manutenção dessas atividades, além de assegurar a instalação e a permanência dos assentados, é necessário que haja disponibilidade de água (CANUTO; ÁVILA; CAMARGO, 2013). Na maioria das vezes, esse recurso provém de poços artesianos ou rastos, esses últimos também conhecidos como domésticos (XIMENES; SOUZA; LOCATELLI, 2018).

Desde então, a exploração da água subterrânea por meio de poços rastos cresceu em ritmo alarmante no estado. De acordo com um levantamento realizado pelo Instituto Trata Brasil (TRATABRASIL, 2019) em parceria com Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas da Universidade de São Paulo, o país possui 2,5 milhões de poços artesianos, já para poços rastos não há estudos indicando a quantidade exata. Apenas 12% dos poços rastos em território nacional são conhecidos e registrados pelos órgãos públicos. Os demais são considerados clandestinos, estando concentrados principalmente em propriedades rurais, sendo a água destinada para consumo humano e demais atividades (e.g. agricultura, pecuária, aquicultura) (TRATABRASIL, 2019). No que diz respeito ao uso dos recursos hídricos para consumo humano, vale ressaltar os padrões de qualidade necessários. Segundo a legislação nacional da potabilidade da água, Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, água para consumo humano é definida como: água potável destinada à ingestão, preparação de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (BRASIL, 2021).

Logo, fatores relativos à qualidade da água tornaram-se um assunto de preocupação nacional, uma vez que o consumo de água no Brasil triplicou a partir do início do século XX. Além do elevado consumo, a dinâmica

do desenvolvimento rural e urbano se estabeleceu como agente poluidor dos corpos hídricos, reduzindo a qualidade e disponibilidade desse recurso para o consumo humano (MONTENEGRO; SOLER, 2014). Vale ressaltar que, caso a água disponível para população não seja segura, pode se tornar um vetor de doenças (UNESCO, 2020).

Desta forma, esse estudo teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos da água de poços rasos dos Assentamentos Chico Mendes I e II localizados no município de Presidente Médici, RO. Além disso, os valores analisados foram comparados aos estabelecidos pela Portaria nº 888 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água destinada para consumo humano.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O município de Presidente Médici RO possui área territorial de 1.758,465 km². Sua população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é de 22.319 habitantes, sendo 14.630 residentes na zona urbana e 9.836 na zona rural (IBGE, 2017). O estudo foi realizado nos Assentamentos Chico Mendes I e II, localizados na zona rural, a aproximadamente 40 km da área urbana do município (Figura 1).

O Assentamento Chico Mendes I foi implantado em 30 de maio de 1997, com 67 famílias assentadas, e o Chico Mendes II em 9 de dezembro de 1997, com 68 famílias (BRASIL, 2004). Os dois assentamentos são compostos por cinco agrovilas, três no Assentamento 1 (agrovilas 1, 2 e 3) e duas no Assentamento 2 (agrovilas 4 e 5). Em cada agrovila foram analisados 3 poços rasos, totalizando 15 poços, sendo esses denominados de P1 a P15. Os poços P1 a P3 pertenciam à agrovila 1; de P4 a P6 à agrovila 2; P7 a P9 à agrovila 3; P10 a P12 à agrovila 4; P13 a P14 à agrovila 5. Por ocasião das coletas, foi realizada a caracterização das proximidades dos poços (Quadro 1). Os pontos referentes a cada poço foram obtidos através do GPS (do inglês, Global Position System), marca Garmin modelo etrex, para a marcação das coordenadas geográficas.

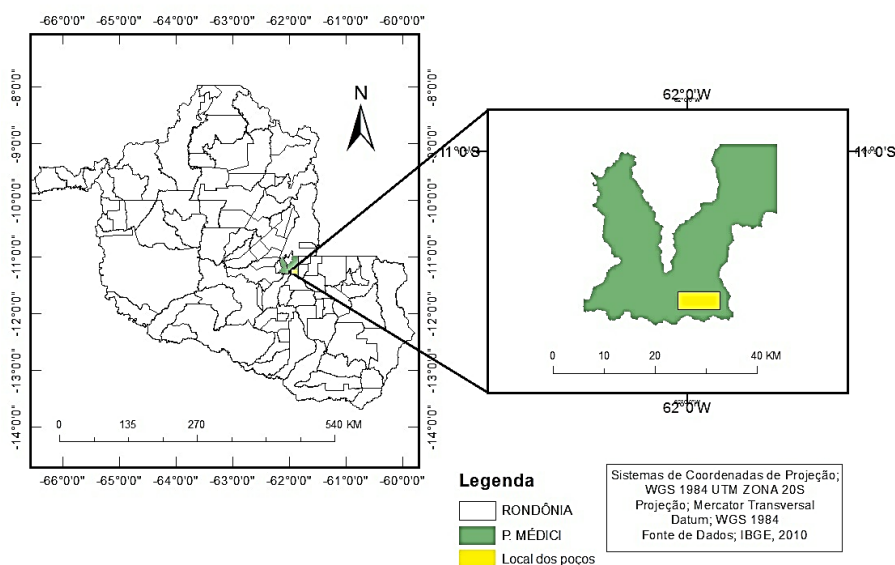


FIGURA 1
Mapa do estado de Rondônia com a localização dos assentamentos rurais

QUADRO 1
Características e coordenadas dos pontos de coleta

Poços	Descrição	Coordenadas
P1	Estrutura em concreto com borda a 30 cm do solo. Localizado próximo a plantações de cacau e café. Profundidade de 10 m.	S 11° 16'50.59" W 61° 56'11.08"
P2	Estrutura em concreto com borda a 1 m do solo. Localizado no quintal da residência. Profundidade de 8 m.	S 11° 16'54.65" W 61° 56'32.39"
P3	Estrutura em concreto, localizado no quintal da residência. Profundidade de 8 m.	S 11° 16'53.58" W 61° 56'35.08"
P4	Estrutura em concreto, localizado a 15 m de uma fossa negra. Profundidade de 5 m.	S 11° 16'53.45" W 61° 57'25.43"
P5	Estrutura em concreto, com borda a 15 cm do solo. Cercado por pastagens com animais nas proximidades. Profundidade de 11 m.	S 11° 16'41.66" W 61° 57'47.47"
P6	Estrutura em concreto. Cercado por pastagens com animais nas proximidades. Profundidade de 6 m.	S 11° 16'49.43" W 61° 57'50.84"
P7	Estrutura em concreto e borda a 50 cm do solo. Localizado em ambiente de pastagens com açude próximo. Sem contato com animais. Profundidade de 7 m.	S 11° 17'4.13" W 61°59'2.73"
P8	Estrutura em concreto e borda a 60 cm do solo. Localizado no quintal em ambiente com pequeno declive e, próximo à área destinada a criação de bovinos. Profundidade de 8 m.	S 11° 16'31.24" W 61° 59'12.35"
P9	Estrutura com borda a 50 cm do solo. Localizado no quintal da residência, próximo à pastagem. Sem indícios de contaminação por enxurrada. Profundidade de 5 m.	S 11° 16'16.75" W 61° 59'28.48"
P10	Estrutura em concreto, borda superior a 12 centímetros do solo. Tampa com encaixe em desconformidade provocada pelos fios que ligam a bomba de água à rede elétrica. Localizado próximo à pastagem. Havia fezes de caprinos na tampa. Profundidade de 11 m.	S 11° 17'20.56" W 62° 0'53.89"
P11	Estrutura em concreto com indícios da entrada de enxurrada em sua borda inferior em dias de chuva. Localizado no quintal da residência com contato direto com animais domésticos. Profundidade de 9 m.	S 11° 17'4.11" W 62° 0'54.31"
P12	Estrutura em concreto e borda alta em relação ao nível do solo. Localizado no quintal da residência com a presença de galinhas em seu entorno. Profundidade de 7 m.	S 11° 16'55.71" W 62° 1'3.06"
P13	Estrutura em concreto, localizado no interior da residência, a 30 m de um curral. Profundidade de 8 m.	S 11° 16'8.48" W 62° 0'53.71"
P14	Estrutura em concreto, borda superior a 15 centímetros do solo. Localizado ao ar livre, próximo à residência e sem vestígios de contaminação. Profundidade média de 11 m.	S 11° 16'0.82" W 62° 0'43.58"
P15	Bem estruturado com borda de 70 cm do nível do solo. Sem indícios de contaminação por cursos d'água provenientes da chuva. Profundidade não informada.	S 11° 15'53.17" W 62° 1'3.51"

Amostras de água

Foram realizadas coletas mensais em cada poço por um período de 6 meses, mais especificamente entre dezembro de 2016 a maio de 2017. Para as coletas foram utilizadas as metodologias propostas pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013). As coletas foram realizadas no período matutino, utilizando recipientes de vidro transparente com tampa plástica rosqueável, previamente higienizados. As amostras foram coletadas a partir do encanamento conectado diretamente às bombas dos respectivos poços. Primeiramente, a bomba era ligada, para que toda água presente na tubulação fosse retirada e então era iniciada a coleta. As amostras foram alocadas em caixa térmicas com gelo e posteriormente transportadas para o Laboratório de Análises Físico-químicas e Microbiológicas (LAFQM) da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, campus de Presidente Médici, para a determinação dos parâmetros físico-químicos.

Parâmetros físico-químicos

A temperatura (°C) foi analisada in loco com auxílio de um termômetro de mercúrio graduado (0,1 °C). O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (uS/cm) foram obtidos a partir de sonda multiparâmetro (Akso, AK88), previamente calibrada. Para as análises de nitrito (NO₂⁻) e alcalinidade (mg/L) foi utilizado colorímetro de bancada (Multidirect). A turbidez (NTU) foi avaliada utilizando turbidímetro digital portátil (Instrutherm TD-300). A dureza (mg/L CaCO₃) foi avaliada a partir da titulação com ácido etilenodiaminotetra-acético (EDTA) (FUNASA, 2013) e calculada conforme a Equação 1. Onde, Fc = fator de correção do EDTA.

$$\text{Dureza total (mg/L CaCO}_3\text{)} = \frac{\text{mL de EDTA} \times \text{Fc}}{\text{mL da amostra}} \quad (1) \quad [\text{EQUAÇÃO 1}]$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A instalação de assentamentos abrange impactos regionais, dentre estes, destacam-se a oxigenação do ambiente, a diversidade da economia, a adição de serviços públicos, a diversidade na produção e a mudança da paisagem agrícola, especialmente em regiões com apenas uma cultura extensiva (HEREDIA *et al.*, 2002). Sendo assim, enchendo-se de diversos significados, a implantação dos assentamentos influencia positivamente no desenvolvimento da agricultura familiar, que vai além da produção para consumo próprio, mas objetiva a agricultura produtora de commodities, sendo capaz de agregar inúmeras funções sociais (CARNEIRO; MALUF, 2003).

Esse processo de produção é estabelecido pelo manejo da biodiversidade local e revela uma aproximação dos agricultores com o entorno ecológico. Essa aproximação traça um uso racional e inteligente da flora nativa na alimentação, nos cuidados com a saúde e como fonte de renda. Neste sentido, os assentados apresentam um comportamento semelhante ao de populações tradicionais que, ao manejar os recursos naturais, conservam e incrementam a biodiversidade em uma relação de influências mútuas entre natureza e cultura. Entretanto, o entrave que afeta os assentados, principalmente no início da implantação dos assentamentos, está relacionado ao acesso à água (SUGAHARA *et al.*, 2023). Nesse ponto, os assentados podem ser afetados de duas formas: pela quantidade de água doce disponível, independente da fonte e forma de obtenção, e a pela qualidade em relação aos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.

Esse último ponto afeta diretamente os Assentamentos Chico Mendes I e II que, apesar de estarem inseridos na Amazônia legal, sofrem com a falta serviços essenciais (e.g. saneamento, captação, tratamento e distribuição) para garantir água potável de qualidade. Os dados referentes as análises são apresentados na Tabela 1 e os valores de referências apresentados na Portaria 888 na Tabela 2. Para a dureza, o valor máximo permitido é de 300 mg/L de CaCO_3 . Dos 15 poços, apenas 5 (P8 e de P10 a P13) estiveram abaixo deste limite durante todo o período de análise, enquanto P9, esteve em não conformidade todos os meses.

A dureza em água de poços pode ser atribuída a processos naturais (e.g. dissolução de rochas) ou antropogênicos (e.g. efluentes industriais) (FUNASA, 2014a). Como os assentamentos estão localizados na zona rural e as amostras coletadas são de águas subterrâneas, os altos valores de dureza não podem ser atribuídos a processos antrópicos. Neste caso, os valores estabelecidos para dureza podem estar relacionados às características edáficas da região, sendo o processo de dissolução das rochas responsável por ocasionar o aumento de minerais dissolvidos na água dos poços, principalmente cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) e, em menor escala, ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}) (PIRATOBA, 2017).

Água com altos valores de dureza podem causar alterações em relação ao sabor e problemas de corrosão em tubulações, caso os valores estejam acima do máximo permitido (SILVA JR *et al.*, 2021). Desta, forma, os altos valores observados para este parâmetro no poço P9, implicam na não recomendação para consumo pelos moradores. Vale ressaltar que, além das implicações mencionadas, o consumo de água com elevados valores de dureza pode ocasionar efeitos laxativos e reduzir a formação da espuma do sabão (ROLOFF, 2006). Além disso, Areche e Casavilca (2021), avaliando a relação entre os valores de dureza em água potável e a prevalência de cálculos renais na região de Huancavelica no Peru, constataram que, quanto maior a dureza da água, maior a prevalência de cálculo renal entre a população estudada. Tal informação corrobora para que águas duras não sejam ingeridas ou empregadas no cozimento de alimentos.

Um outro parâmetro cujos valores podem indicar se a água é segura para ingestão, é a turbidez. As águas de P8 estiveram impróprias quanto a esse parâmetro em todas as análises, sendo que este poço chama a atenção pelo seu valor mínimo, 12 uT, bastante fora do valor máximo permitido de 5 uT e bem acima dos demais valores mínimos encontrados nos demais poços. Com exceção de P1 e P4, os valores máximos dos demais poços foram obtidos no mês de janeiro, período de alta pluviosidade. Grott *et al.* (2016), quando analisaram a correlação entre os valores de turbidez e índices pluviométricos em Blumenau, encontraram correlação positiva. As características do solo podem influenciar nos valores de turbidez que, aliás, não estão relacionados apenas à presença de partículas do processo de dissociação das rochas, mas à presença de qualquer material sólido em suspensão (SILVA; ARAÚJO, 2003; ANDRADE; SILVA; ARAÚJO, 2020).

TABELA 1
Intervalo (mínimo-máximo) dos parâmetros físico-químicos analisados

Poço	Dur.	Turb.	pH	Nitr.	Cond.	Alc.
P1	78,1 – 421,74	0 – 10,84	5,43 – 6,33	0 – 0,05	28,2 – 120,6	9 – 51
P2	78,1 – 359,26	0 – 2,29	5,69 – 6,7	0 – 0	27 – 49	0 – 27
P3	46,86 – 374,88	0 – 0,22	5,04 – 6,41	0 – 0,07	31 – 67	0 – 28
P4	242,92 – 562,32	0,4 – 5,55	5,74 – 6,2	0 – 0,05	70 – 114	0 – 44
P5	171,82 – 328,02	0 – 4,23	5,4 – 7,1	0 – 0,16	34 – 106	0 – 34
P6	62,48 – 374,88	0 – 2,28	5,65 – 6,04	0 – 0,05	42 – 84	0 – 57
P7	46,86 – 374,88	0 – 42,55	4,86 – 5,66	0 – 0,08	19 – 60	0 – 20
P8	46,86 – 374,88	12 – 12,55	5,18 – 6,15	0 – 0,1	33 – 40	0 – 17

TABELA 2
Valores máximo permitido (VMP) para os parâmetros físico-químicos analisados

Legislação	Dur.	Turb.	pH	Nitr.	Cond.	Alc.
Portaria 888	300	5	*	1	*	*

Dur. = dureza (mg/L CaCO₃); Turb. = turbidez (uT); pH = potencial hidrogeniônico; Nitr. = nitrito (mg/L); Cond. = condutividade (uS/cm); Alc. = alcalinidade (mg/L). * - Valores não descritos na legislação.

No caso dos assentamentos, os altos valores de turbidez podem estar relacionados à falta de proteção adequada dos poços, permitindo o aporte de nutrientes alóctones carregados pelo processo de lixiviação das chuvas (e. g. nitrogênio e fósforo), podendo esses serem oriundos das práticas rurais (e. g. criação de animais e plantações) ao longo da região limítrofe da área de estudo (ZERWES *et al.*, 2015; SOARES; COSTA, 2020). Esse material em suspensão pode servir de suporte e proteção para possíveis patógenos existentes, protegendo-os e até dificultando a ação de agentes de desinfecção que venham a ser usados (e.g. cloro) sobre os mesmos. Pereira *et al.* (2021) avaliaram a relação entre a qualidade da água ofertada pelos sistemas (SAA) e soluções alternativas coletivas (SAC) de abastecimento de água e as doenças diarreicas agudas (DDA) no estado do Tocantins. Os autores constataram que as DDAs podem ser resultado direto da qualidade da água. Os autores puderam verificar tal situação através da correlação de Pearson, de forma que foi verificada a existência de uma correlação positiva entre as variáveis turbidez e coliformes totais ($R = 0,9$) e turbidez e *Escherichia coli* ($R = 0,6$). Grott *et al.* (2016) buscaram uma possível relação estatística entre a presença de cistos de *Giardia* spp. e de oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água e os valores de turbidez. Encontrando correlação positiva apenas para a segunda espécie de protozoário. Segundo a Portaria 888 em seu Artigo 28, “Para a garantia da qualidade microbiológica da água (...) deve ser atendido o padrão de turbidez”. Neste contexto, há estudos que correlacionam a presença de micro-organismos com a turbidez, como o de Oliveira, Bastos e Silva (2018). Assim, valor de turbidez em não conformidade com a legislação pode ser indicador de inadequabilidade microbiológica da água.

Em se falando de qualidade microbiológica da água para consumo humano, um parâmetro que pode interferir no processo de desinfecção da água pelo cloro é o pH. Na antiga legislação da potabilidade da água, a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (BRASIL, 2017), estava estabelecido de forma patente o intervalo recomendado para o pH: de 6 a 9,5. Na atual legislação, Portaria GM/MS nº 888, a faixa de pH recomendada (de 6 a 9) está subentendida no Anexo 6, que trata da desinfecção de águas subterrâneas pelo cloro. Esta legislação ainda dispõe no Artigo 44, Parágrafo 3º que em todas as amostras coletadas para análises bacteriológicas, deve ser efetuada medição de pH”. No Anexo 6, estabelece-se o tempo de contato mínimo da água com o agente desinfetante em função do pH, pois sabe-se que o valor deste parâmetro interfere no poder de desinfecção do cloro (BRASIL, 2021).

O pH pode influir em diversos equilíbrios químicos, contribuindo para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias, além de definir o potencial de toxicidade de vários elementos (OLIVEIRA; CUNHA, 2014). No presente estudo, apenas P9 e P14 estiveram com valores em conformidade com o recomendado em todas as análises. De acordo com um estudo realizado na zona urbana de Presidente Médici-RO, 2 poços rasos, de um total de 10, apresentaram valores de pH de acordo com a recomendação. A maioria das análises apresentou valores ácidos, com médias variando de 3,25 a 5,52 (GUTIERREZ *et al.*, 2019).

Em meio a essa conjuntura, um parâmetro indicativo de contaminação recente, advinda de material orgânico vegetal ou animal é o nitrito. O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em pequenas quantidades nas águas superficiais e subterrâneas, pois é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária (KINDLEIN, 2010). Pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros micro-organismos sobre o nitrogênio

amoniaco, ou ser provenientes de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. Segundo a Portaria da água potável, o valor máximo permitido (VMP) de nitrito é de 1 mg/L para consumo humano. Todos os poços estiveram com valores em conformidade com a Portaria 888. Embora o poço P10 tenha apresentado vestígios de fezes de animais em sua superfície e houvesse uma tampa central menor mal colocada por ocasião da coleta, os resultados para nitrito não foram significantes e vale lembrar que por ocasião desse registro a superfície do poço estava molhada por causa da chuva, o que teria facilitado a entrada de fezes no poço. No trabalho de Gutierrez *et al.* (2019) as águas de todos os poços estiveram abaixo do valor máximo permitido.

Uma mudança que a nova Portaria da água potável estabeleceu é a da obrigatoriedade da análise da condutividade elétrica, mencionada no Artigo 43, Parágrafo 2º, inclusive para águas subterrâneas. Entretanto, a legislação ainda não divulgou os valores para esse item. A condutividade elétrica está diretamente relacionada à quantidade de sais dissolvidos sob a forma de íons (SILVA *et al.*, 2017). Esse parâmetro não determina, especificamente, quais íons estão presentes, mas contribui para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem do lençol freático, ocasionados pelos lançamentos de resíduos (e.g. industriais, mineração, esgotos) (REGINATO *et al.*, 2021). Gutierrez *et al.* (2019) encontraram valores acima de 100 uS/cm em todas as amostras dos poços analisados, enquanto o conjunto de dados aqui obtido indicou que 8 poços sempre tiveram as águas abaixo desse valor. Este resultado é bastante conveniente, pois valores normalmente encontrados em águas naturais variam de 10 a 100 uS/cm e valores mais elevados podem significar poluição a partir de esgotos e dejetos industriais (MMA, 2006).

Por último, a alcalinidade não tem valores de referência na Portaria 888. Embora não represente risco potencial à saúde pública, provoca alteração no sabor da água quando em valores elevados (NUNES NETO *et al.*, 2017). Por outro lado, a determinação e o controle da alcalinidade são importantes na prevenção da corrosão das tubulações (NOLASCO *et al.*, 2020). Segundo a FUNASA (2013), alcalinidade total de uma água é resultado da somatória das diferentes formas de alcalinidade existentes, ou seja, é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, medindo a capacidade da água em neutralizar os ácidos. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃ (FUNASA, 2014b), e valores elevados são decorrentes da decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com consequente formação e dissolução do CO₂ na água.

Os valores dos parâmetros em desconformidade com a legislação vigente para alguns poços demonstram a injustiça em relação à oportunidade de acesso à água de qualidade e à ausência de políticas públicas em saneamento e saúde para atender os moradores das áreas rurais do Brasil. Além da falta de infraestrutura relacionada aos serviços essenciais de saneamento, captação, tratamento e distribuição de água nas áreas rurais, os valores em desconformidade podem ser relacionados à falta de assistência do INCRA (FERREIRA; LUZ; BUSS, 2016), já que a construção dos poços, bem como a assessoria técnica, social e ambiental são atribuições desse órgão conforme Instrução Normativa nº 15, de 30 de março de 2004, art. 4º. Essas atribuições amparadas pelo Projeto de Exploração Anual (PEA), Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA) e pelo Plano de Recuperação do Assentamento (PRA) do INCRA (BRASIL, 2004).

Essa transferência de responsabilidade em relação à construção e manutenção dos poços também foi relatada por Ferreira, Luz e Buss (2016) ao desenvolverem estudos físico-químicos e microbiológicos da água de poços no Assentamento Rural Rio Pardo, no município de Presidente Figueiredo, AM. Os autores constataram que os assentados não possuem o devido acompanhamento técnico para a construção ou manutenção dos poços por parte do INCRA. Além disso, verificaram que 100% dos poços analisados estavam contaminados e impróprios para consumo, apresentando valores de Número Mais Provável (NMP/mL) para coliformes totais e *Escherichia coli* superiores a 1011. Os autores atribuem a qualidade microbiológica da água dos poços à falta de proteção das bordas dos poços com revestimentos das paredes (e.g. alvenaria ou concreto), vedação parcial das tampas e proximidade de fossas rudimentares. Alguns desses pontos também foram observados em nosso estudo (Figura 2). Em alguns casos os poços estão localizados próximos a fossas, dentro da área destinada a criação de animais (e.g. aves e bovinos). Além disso, alguns apresentavam declive

em relação ao terreno e tampa com encaixe em desconformidade provocada pelos fios que ligam a bomba à rede elétrica.



FIGURA 2

Presença de fezes e tampa irregular em um dos poços analisados

Embora não tenham sido realizadas análises microbiológicas neste estudo, as falhas estruturais podem aumentar o risco de contaminação microbiana dos poços por materiais carregados para seu interior, além de agrotóxicos e outros contaminantes, colocando a saúde dos assentados em risco. Devido a essa realidade ser frequente, diversas iniciativas globais têm surgido com o intuito de ampliar o acesso à água de qualidade a toda população mundial, sobretudo às populações mais vulneráveis de zonas rurais. Um exemplo é a Sustainable Development da Organização das Nações Unidas (ONU), um projeto de apelo global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Sendo o Objetivo 6, responsável por reforçar de maneira clara a necessidade de garantir a oferta de água com qualidade para todos (ONU, 2020).

Apesar dos avanços a nível mundial, de acordo com a UNESCO (do inglês, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) aproximadamente 65 milhões de pessoas ainda não têm acesso à água potável na América Latina. Deste total, 80% residem em áreas rurais apresentando déficit dos serviços essenciais, em particular dos sistemas de tratamento de água. Na zona rural do Brasil, aproximadamente 67% da população capta água de fontes alternativas, sendo na maioria das vezes inadequadas para consumo humano (UNESCO, 2020). De acordo com a ONU, o fornecimento de água potável para população está diretamente relacionado à gestão adequada e integrada dos recursos hídricos. Para que esse objetivo seja alcançado, o apoio por meio de ferramentas econômicas é um pilar fundamental. Além disso, a soma dos esforços intersetoriais (e.g. agricultura, energia, recursos hídricos e saúde) e a colaboração transfronteiriça entre municípios, estados e países são primordiais para melhorar a gestão dos recursos hídricos, de modo a contribuir para o acesso universal à água potável (UNESCO, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação aos parâmetros legislados na Portaria 888 aqui analisados, com exceção do nitrito, os demais estiveram em desconformidade na maioria dos poços, em algum momento das análises, a saber, a dureza em 10 poços; a turbidez em 12; o pH em 13. Para condutividade e alcalinidade, embora não estabelecidos ainda na legislação, os valores encontrados estiveram de acordo com o esperado para águas subterrâneas. Os resultados indicam que a população que faz uso das águas desses poços está consumindo um recurso que não está completamente em conformidade com a legislação do Ministério da Saúde, de forma que o acesso à água tratada nesses assentamentos ainda é uma necessidade a ser atendida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. M. C.; SILVA, D. A.; ARAÚJO, N. M. C. Assessment of water turbidity in wells in the rural area of the municipality of Caruaru-PE. *Brazilian Journal of health Review*, v. 3, n. 2, p.1933-1942, 2020.
- ARECHE, E. H.; CASAVILCA, E. K. I. Concentración de la dureza en el agua potable y su relación con la prevalencia de litiasis renal en la región de Huancavelica. 2021. *Tesis (Doctorado en Ingeniería Ambiental y Sanitaria)* - Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad Nacional de Huancavelica, Peru.
- BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. *Instrução Normativa INCRA nº 15 de 30 de março de 2004*. Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. Ministro da Saúde. *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde - MS. *Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021*. Brasília, DF, 2021.
- CANUTO, J. C.; ÁVILA, P. C.; CAMARGO, R. C. R. *Assentamentos Rurais Sustentáveis: o processo de construção participativa do conhecimento agroecológico e o monitoramento de unidades de referência no Assentamento Sepé Tiaraju-SP*. 1. ed. Jaguariúna: EMBRAPA, 2013.
- CARNEIRO, M. J.; MALUF, R. S. Introdução. In: CARNEIRO, M. J.; MALUF, R. S. (Org.). *Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar*. Rio de Janeiro: Mauad, 2003. p. 17-27.
- DUARTE, M. L.; MENDONÇA, J. F.; BONFANTI, D. C. Dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pimenta, região sudeste do estado de Rondônia: avaliação e cenários futuros. *Sociedade e Território*, v. 33, n. 1, p. 54-71, 2021.
- FERREIRA, D. C.; LUZ, S. L. B.; BUSS, D. F. Evaluation of simple diffusion chlorinators for decontamination of wells in a rural settlement in Amazonia, Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 3, p. 767-776, 2016.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. *Manual prático de análise de água*. Brasília, Ministério da Saúde, 2013.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. *Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014b.
- GROTT, S.C.; HARTMANN, B.; SILVA FILHO, H. H.; FRANCO, R. M. B.; GOULART, J. A.G. Detecção de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 3, p. 659-701, 2016.
- GUTIERREZ, M.P.; COTA, T.S.; MEDEIROS, I.D.; NOGUEIRA, W.V.; BAY-HURTADO, F.; BIANCHINI-PONTUSCHKA, R. *Avaliação da potabilidade da água de poços rasos urbanos da Amazônia Central*, p.170-193. In: CARMELLO et al. *Amazônia: contribuições científicas para a gestão hídrica*. Ituiutaba: Barlavento, 2019, 621p.
- HEREDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRA, M.; CINTRÃO, R.; LEITE, S. P. Análise dos impactos regionais da reforma agrária no Brasil. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 10, n. 18, p. 73-111, 2002.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados*. 2017. Acesso em julho de 2021.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária*. Brasília, INCRA, 2020.
- KINDLEIN, C. P. Determinação do teor de nitratos e nitritos na água de abastecimentos do município de Nova Santa Rita. 2010. *Trabalho de Conclusão de Curso (Química)* - Centro Universitário de La Salle, Canoas, Rio Grande do Sul, 2010.
- MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional. *Planos de desenvolvimento e integração das faixas de fronteira*. Brasília: MDR, 2017.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Água: manual de uso*. Brasília: MMA, 2006.
- MONTENEGRO, J. L. C.; SOLER, M. F. R. La seguridad humana y los problemas colaterales del agua. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, v. 9, n. 2, p. 183-203, 2014.

- NASCIMENTO, C. P. O processo de ocupação e urbanização de rondônia: uma análise das transformações sociais e espaciais. *Revista de Geografia*, v. 27, n. 2, p. 53-69, 2010.
- NOLASCO, G. M.; GAMA, E. M.; REIS, B. M.; REIS, A. C. P.; GOMES, F. J. S.; MATOS, R. P. Analysis of alkalinity, chlorides, hardness, temperature and conductivity in water samples in the municipality of Almenara/MG. *RECITAL*, v. 2, n. 2, p. 53-64, 2020.
- NUNES NETO, W. R.; PEREIRA, D. C. A.; SANTOS, J. R. N.; MONTEIRO, A. S.; VILLIS, P. C. M.; MOUCHREK FILHO, V. E. Analysis of the potability of the artesian wells of the taim community in São Luís - Maranhão. *Águas Subterrâneas*, v. 31, n. 3, p. 272-280, 2017.
- OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. C. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. *Revista Ambiente & Água*, v. 9 n. 2, p. 261-275, 2014.
- OLIVEIRA, K.C.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, C.V. Esporos de bactérias aeróbias são bons indicadores da eficiência do tratamento de água? Um estudo exploratório. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. n.23, v.6, p. 1103-1109, 2018.
- ONU - Organização das Nações Unidas. *Desenvolvimento Sustentável: objetivo 6, água potável e saneamento*. 2020. Acesso em: 25 jul. 2021.
- PEREIRA, M. G.; SOUZA, A. R.; SILVA, S. L. O.; BRITO, M. R. Qualidade da água para consumo humano e doenças diarreicas agudas no estado do Tocantins. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 259-273, 2021.
- PIRATOBÁ, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Ambiente & Água*, v. 12 n. 3, p. 435-456, 2017.
- REGINATO, P. A. R.; SANFERARI, A.; ATHAYDE, G. B.; BORTOLIN, T. A.; LEÃO, M. I.; SCHWANCK, F.; KLEIN, M. A. Análise da influência de fraturas, da precipitação e da produção de poços no pH e na condutividade elétrica (CE) das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, v. 48, n. 2, p. 1-14, 2021.
- ROLOFF, T. A. Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias. *SaBios*, v. 1, n.1, p. 52-57, 2006.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Groundwater quality in urban areas of Feira de Santana, State of Bahia. *Ciências Saúde Coletiva*, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA, R. A.; BRAZ, A. S.; SILVA FILHO, E. D. Physical-chemical parameters of the water used for consumption in artesian wells in the city of Remigio-PB. *Águas Subterrâneas*, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.
- SILVA JR, A. B.; GAMA, M. F. S.; FIGUEIREDO, L. A. P.; VERGARA, C. M. A.C. Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços utilizada na produção alimentícia em um complexo turístico do Estado do Ceará. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e271101018839, 2021.
- SOARES, S. C. R.; COSTA, F. S. Physical, chemical and microbiological parameters of water in rural settlement of Amazonas: the case of PA Pacia (Lábrea /AM). *Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas*, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2020.
- SOUZA, J. A. O. Colonização da década de 1970, Rondônia e a BR-364. *Espaço em Revista*, v. 22, n. 1, p. 82-100, 2020.
- SUGAHARA, C. R.; FERREIRA, D. H. L.; MENDES, J. P.; CONTRIGIAN, A. C. The issue of water in settlements: a case study in the Milton Santos periurban settlement. *Grifos*, v. 32, n. 60, p. 1-23, 2023.
- TRATABRASIL. *Brasil tem 2,5 milhões de poços artesianos; 88% são clandestinos*. 2019. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/brasil/estudo-brasil-tem-25-milhoes-de-pocos-artesianos-88-sao-clandestinos/> Acesso em julho de 2021.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Águas da América Latina e do Caribe: contribuições em tempos de COVID-19*. 2020. Acesso em: 25 jun. 2021.
- XIMENES, C. C.; SOUZA, J. A de O.; LOCATELLI, M. Quintais agroflorestais no PCA formiguinha de Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil. In: X Seminário Temático da Rede Internacional CASLA-CEPIAL, 10., 2018. Porto Velho. *Anais...* Porto Velho CASLA-CEPIAL, 2018. p. 1-15.

ZERWES, C. M; SECCHI, M. I.; CALDERAN, T. B; BORTOLI, J.; TONETTO, J. F.; TOLDI, M; OLIVEIRA, E. C.; SANTANA, E. R. R. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. *Ciência e Natura*, v. 37, n. 4, p. 651-663, 2015.