



Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em assentamento rural do Amazonas: o caso do PA Pacιά (Lábrea/AM).

Physical, chemical and microbiological parameters of water in rural settlement of Amazonas: the case of PA Pacιά (Lábrea /AM).

Sasha Catarine da Rocha Soares¹; Francimara Souza da Costa² ✉

¹ Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, Amazonas.

² Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

✉ sasha.soares@hotmail.com, francimaracosta@yahoo.com.br

Resumo

Palavras-chave:

Água potável.
Amazônia.
Zona rural.

O acesso a água de qualidade na zona rural é uma problemática que requer atenção do governo, uma vez que a maioria das comunidades não tem acesso à água potável. Esse trabalho objetivou avaliar os parâmetros da água consumida pelos moradores do assentamento rural PA Pacιά, localizado no município de Lábrea, Sul do Amazonas, comparando os indicadores analisados com o padrão de qualidade e potabilidade estabelecido pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Para isso, foram realizadas coletas em dezesseis poços do assentamento e foram analisados os parâmetros físicos (Turbidez, Cor, Dureza e Alcalinidade), químicos (pH, Ferro, Nitrato e Manganês) e microbiológicos (Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*). O assentamento está dividido em três linhas e a linha 2 apresentou as piores condições de qualidade da água, com alterações nos níveis de pH, ferro, manganês, turbidez, cor, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli*. Concluiu-se então que os moradores do assentamento estão consumindo uma água imprópria, estando sujeitos a problemas de saúde. Medidas precisam ser tomadas para mitigar e prevenir danos à saúde dos moradores.

Abstract

Keywords

Water quality.
Amazon.
Rural area.

Access to quality water in the rural area is a problem that requires government attention, since most communities do not have access to potable water. The quality of both surface and ground water intended for human consumption must meet quality and potability standards. In the present study, the objective was to evaluate the parameters of water consumed by the residents of the rural settlement PA Pacιά, located in the municipality of Lábrea, in the southern region of the State of Amazonas, comparing the indicators with the potability standard established by Resolution 2914/11 of the Ministry of health. For this, collections were carried out in sixteen wells in the settlement and the physical (Turbidity, Color, Hardness and Alkalinity), chemical (pH, Iron, Manganese and Nitrate) and microbiological (total coliforms, thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*) parameters were analyzed. The settlement is divided into three lines and line 2 presented the worst water quality conditions, with changes in the levels of pH, iron, manganese, turbidity, color, total coliforms, thermotolerant coliforms and *E. coli*. It was concluded that the residents of the settlement are consuming improper water and are subject to health problems. Measures need to be taken to mitigate and prevent damage to the health of residents.

DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v34i2.29896>

1. INTRODUÇÃO

O mau uso da água tem levado à escassez em algumas regiões e há riscos de um colapso que pode levar à falta de água em todo o planeta. Para evitar que isso ocorra, há necessidade de políticas e estratégias de gestão que assegurem o uso desse recurso a partir dos princípios da sustentabilidade, possibilitando equilibrar o seu uso com fins econômicos, ao bem estar e ao acesso à água potável, especialmente pelas populações mais pobres (VERIATO et al., 2015).

A promoção de condições adequadas de abastecimento de água resulta em melhoria das condições de vida e garante a saúde da população, sendo esta um direito humanitário (CARVALHEIRO, 2015). Apesar dessa importância, o Brasil possui uma baixa cobertura em saneamento básico que permita um adequado abastecimento de água, implicando negativamente sobre a saúde das pessoas, além de incidir em problemas de poluição sobre os ecossistemas (SILVA; HELLER, 2016).

No caso da região Amazônica, a maioria das cidades tem um precário sistema de fornecimento de água, com metade da população sem acesso ao serviço de abastecimento de água (IBGE, 2010). A situação piora nas áreas rurais, o que leva os moradores a buscar variadas fontes de água para o consumo, tais como, construção de poços artesianos, consumo direto da água de rios e igarapés e coleta de água pluvial (VELOSO; MENDES, 2014). Em áreas de assentamentos, geralmente o abastecimento é feito por meio de poços rasos, muitas vezes sem nenhum tratamento, o que prejudica a qualidade da água consumida pelos moradores (FERREIRA et al., 2016).

Mello (2016) afirma que 21% das famílias que residem em assentamentos rurais no Brasil não tem acesso suficiente e adequado à água potável. Apesar de receberem suporte financeiro e técnico para sua implantação, os assentamentos rurais não apresentam condições favoráveis de saneamento, principalmente devido à ausência de sistemas seguros de captação e distribuição de água para consumo, e ausência de redes de esgotamento sanitário, além da falta de programas de sensibilização para adoção de boas práticas de higiene e de educação sanitária.

A água consumida por moradores das áreas rurais do Amazonas deve estar de acordo com o padrão recomendado na legislação, considerando suas características biológicas, físicas e químicas (SOUZA et al., 2015). Assim, este trabalho objetivou avaliar a qualidade da água consumida pelos moradores do assentamento rural Pácia, localizado no sul do Amazonas. O estudo contribui para evidenciar a qualidade da água consumida nessas áreas, além de subsidiar a reivindicação do direito à água potável a partir de dados científicos e técnicos.

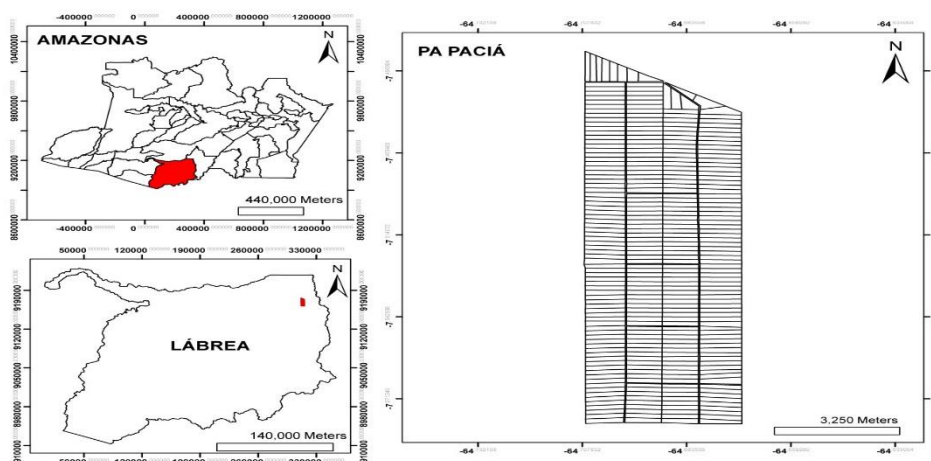
A pesquisa foi pensada a partir de uma visita técnica ao assentamento realizada pelo Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ambiente, Socioeconômica e Agroecologia, da Universidade Federal do Amazonas em Humaitá/AM. Durante a visita foi observado o problema da qualidade da água no local, por apresentar visivelmente características organolépticas alteradas, com possível presença de excesso de Ferro. Foi relatado pelos moradores à época, que este fato causa incômodo e insatisfação por consumirem uma água possivelmente imprópria.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O projeto de Assentamento Pácia, lócus desta pesquisa, situa-se nas coordenadas $64^{\circ} 41' 6,47'' W$ $7^{\circ} 29' 7,35'' S$ na cidade de Lábrea, Sul do Amazonas (figura 1). O assentamento foi criado em 1999 e compreende 5.221,3731 hectares de área, com capacidade de 305 unidades agrícolas familiares. O acesso é feito por via terrestre pela BR-230, km 26, a 702 quilômetros de Manaus e 30 quilômetros da sede Lábrea (INCRA, 2011).

Figura 1 - Localização do PA Pácia



Fonte: Os autores (2016)

O assentamento é composto por estradas de terra denominadas “ramais” ou “linhas”. Possui 91 famílias assentadas, distribuídas em três linhas (1, 2 e 3) e a água utilizada pelos moradores é proveniente de águas subterrâneas. Existem dois poços artesianos do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), órgão gestor do assentamento, localizados nas vicinais 2 e 3 e 60 poços rasos, com profundidade média de 20 metros (INCRA, 2011).

O PA Pácia tem a agricultura familiar como fonte de renda. As culturas predominantes são mandioca e frutíferas diversas, com destaque para o cultivo de abacaxi e extrativismo de açaí. Cultiva-se ainda cupuaçu, pupunha e há a produção de vassouras, utilizando cipós

regionais. Parte da produção é entregue a atravessadores e transportadas para serem vendidas em Lábrea. Poucos assentados possuem gado para fins comerciais, mas muitas famílias mantêm animais domésticos para consumo (porcos e galinhas) (NUPEAS, 2014).

3.2. Coleta e análise de dados

As coletas de água foram realizadas em 16 poços do assentamento Pacιά, sendo dois poços construídos pelo INCRA e quatorze poços construídos pelas famílias, tomando-se como critérios os poços mais utilizados. A escolha dos pontos amostrais foi feita de modo aleatório para que não ocorresse a indução dos resultados. Os poços estão distribuídos nos três ramais do assentamento, totalizando sete coletas na Linha 2, sete na linha 3 e duas coletas na Linha 1, de um total de 60 poços. As amostragens foram divididas em duas etapas conforme pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 - Amostragem da coleta de água no PA Pacιά

Mês	Linha 1	Linha 2	Linha 3
Junho (estiagem)	2	7	7
Janeiro (cheia)	2	7	7

Fonte: Os autores (2017)

Para uma melhor representatividade do local amostrado, as coletas foram realizadas nos períodos de estiagem e cheia, considerando-se as estações do ano na Amazônia que são reguladas pela subida (enchente e cheia) e descida das águas (vazante e seca) dos rios amazônicos. Estas etapas foram realizadas para verificar possíveis diferenças na qualidade da água considerando-se os dois períodos.

Todos os procedimentos de coleta e preservação de amostras foram realizados de acordo com o Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA, 2011). Após as coletas, as amostras físico-químicas foram conservadas em temperatura de aproximadamente 4°C e enviadas para o Laboratório do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, onde ocorreram as análises físicas e químicas, utilizando-se a metodologia de análise das amostras baseada no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th ed (2012).

Para a análise dos parâmetros microbiológicos foi realizada apenas uma coleta, que ocorreu no mês de janeiro, com um total de 16 amostras. As amostras foram conservadas em temperatura de aproximadamente 4°C e encaminhadas ao laboratório de água, petróleo e efluentes localizado em Porto Velho – RO. Os parâmetros analisados foram Coliformes totais, Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli* e de acordo com o laboratório, as análises foram realizadas de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22 th Edition, 2012, ABNT, AWWA, WEF, APHA e ICR Microbial Laboratory Manual, U.S EPA, 1996.

A classificação quanto à potabilidade das amostras seguiu os parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), classificando-se os valores encontrados acima dos limites estabelecidos na portaria como não propícios ao consumo. Assim, os pontos mais comprometidos referentes à qualidade da água foram identificados de acordo com o número de violações registradas. A adoção da análise de comprometimento dos pontos amostrais possibilitou identificar possíveis influências para as variações obtidas em cada parâmetro. Os resultados das análises foram tabulados e os dados foram comparados por meio da estatística descritiva e da análise de variância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros analisados na água coletada no PA Pacιά foram os parâmetros físicos: Turbidez, Cor, Dureza e Alcalinidade; químicos: pH, Ferro, Manganês e Nitrato; e microbiológicos: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Os resultados da determinação dos parâmetros físico-químicos são apresentados na tabela 2.

O pH representa a concentração de íons hidrogênio H⁺, dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água (BRASIL, 2015). A Faixa de pH observada no período de estiagem foi de 4,30 a 7,20 e no período chuvoso foi de 5,20 a 7,10, não havendo diferença significativa entre os dois períodos. Conforme estabelecido na portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, o pH de águas destinadas ao consumo humano deve ser mantido na faixa de 6,00 a 9,50. Assim, 62,5% das amostras coletadas nos dois períodos apresentaram pH abaixo do estabelecido pela portaria, o que pode representar uma água ácida para o consumo humano.

A acidez do pH da água pode estar relacionada com a característica do solo da região, a partir da dissolução de rochas (CUNHA et al., 2012). Oliveira et al. (2015) ao encontrar um pH ácido a levemente ácido em poços no Estado de Rondônia, limítrofe ao Estado do Amazonas, afirmam que esses resultados podem ser causados também pela frequência de chuvas na região, que ocasionam o lixiviamento do solo e o depósito de sólidos no lençol freático.

Em relação à turbidez, o MS estabelece o limite de 5 UT. Na tabela 2, os resultados dos valores de turbidez mostram que no período chuvoso sete amostras estão fora do padrão de potabilidade, e no período de estiagem, cinco amostras se encontram acima do valor máximo permitido, tendo os poços L3:P1(27,30UT) e L2:P2 (26,00UT) revelado as maiores concentrações e os poços L3:P2(0,30UT) e L1:P1(0,35UT) apresentaram as menores concentrações nos dois períodos de amostragem. Portanto, 43,75% das amostras no período de cheia e 31,25% no período de estiagem se encontram acima do limite estabelecido pelo MS, e assim 75% das amostras de água dos poços analisados do assentamento PA Pacιά estão impróprias para o consumo quando se considera esse parâmetro.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros físico-químicos da água analisada

Pontos de coleta	Estiagem					Cheia				
	pH	Turb	Fe	Mn	Cor	pH	Turb	Fe	Mn	Cor
L1:P1	5,80	0,35	0,20	0,07	21,0	6,30	3,40	0,10	0,05	5,30
L1:P2	6,20	19,0	0,60	0,20	25,0	5,60	17,0	0,30	0,10	23,0
L2:P1	5,40	0,84	0,30	0,09	12,0	5,40	17,4	0,20	0,08	11,01
L2:P2	5,70	1,30	0,18	0,15	6,00	5,30	26,0	0,29	0,14	6,95
L2:P3	5,80	0,99	0,10	0,07	3,00	5,50	24,7	0,21	0,10	10,10
L2:P4	5,50	22,0	1,98	0,38	48,0	5,80	4,00	0,05	0,03	9,88
L2:P5	5,80	1,50	0,05	0,00	6,53	5,40	0,94	0,00	0,00	3,52
L2:P6	5,30	10,2	0,20	0,08	8,50	7,10	8,50	0,10	0,05	7,13
L2:INCRA	5,50	3,30	0,60	0,10	35,0	5,30	1,20	0,05	0,03	3,38
L3:P1	7,20	0,54	0,28	0,12	26,4	5,20	27,3	0,25	0,09	40,97
L3:P2	4,30	0,30	0,32	0,14	9,00	5,50	3,20	0,50	0,18	5,43
L3:P3	6,50	1,34	0,28	0,11	17,0	6,10	1,38	0,08	0,04	2,91
L3:P4	6,40	5,70	0,15	0,10	11,0	6,30	15,1	0,20	0,07	7,42
L3:P5	5,40	5,20	0,20	0,09	21,0	6,60	4,60	0,10	0,03	4,85
L3:P6	5,30	0,68	0,20	0,08	17,0	5,50	2,40	0,09	0,01	7,52
L3:INCRA	5,60	1,62	0,10	0,08	4,00	5,80	1,82	0,00	0,05	3,32

Fonte: Elaborada pelos autores.

O excesso de turbidez na água em poços é causado pela alta presença de sólidos suspensos (ZERWES et al, 2015). Araújo et al. (2013) avaliando a qualidade da água de poço em Manaus, no Estado do Amazonas, encontraram valores médios de 0,52 UT na estiagem e 0,67 UT no período das chuvas, abaixo dos valores encontrados no presente estudo. Já Damasceno et al. (2015) encontraram altos valores de turbidez em poços no Amapá, com valores entre 63,7 a 70,0 UT no período de estiagem e de 29,80 UT no período chuvoso. Os autores explicam que as causas da turbidez elevada pode ser a maior ação antrópica que ocorre no período menos chuvoso.

As concentrações de ferro apresentaram quatro amostras (25%) acima do limite estabelecido pela legislação que é de 0,30 mg/l, sendo que três ocorreram no período de estiagem e uma no período de chuvas. O maior índice registrado ocorreu na L2:P4 (1,98 mg/L). O excesso de ferro na água constitui risco para saúde (MARCELINO et al, 2017). Está incluso no padrão de potabilidade por alterar as características organolépticas e causar repulsa psicológica ao consumidor, pois depois de oxidado, contribui para a elevação da cor, cheiro e gosto aparente. Em ambientes oxidantes o Fe²⁺ passa a Fe³⁺ dando origem ao hidróxido férrico que é insolúvel e se precipita, tingindo fortemente a água, além de atribuir gosto e cheiro de ferrugem (AMATO-LOURENÇO, 2020). Este elemento é comum em águas subterrâneas e sua presença em poços pode estar relacionada à má manutenção das tubulações (FREDDO FILHO, 2018).

Silva e Silva (2007) verificaram em águas subterrâneas da cidade de Manaus (AM) um teor de ferro total médio de 0,24 mg/L, porém, em algumas faixas da cidade, as amostras alcançaram níveis de até 0,95 mg/L, acima do limite estabelecido pela legislação. Em estudo hidrogeológico e hidrogeoquímico na região metropolitana de Porto Alegre, Winck (2015) encontrou um teor médio de ferro de 1,04 mg/L na água de poços, associando sua origem às camadas de siltito e sedimentos localizados próximos à superfície. Estudos dessa natureza podem ser realizados no assentamento Pacia para verificar com exatidão as causas do excesso de ferro encontrado nos poços que abastecem o assentamento.

O manganês também é padrão organoléptico da água e o valor de referência estipulado pelo MS é de 0,10 mg/L⁻¹ para água de consumo humano. O ferro e o manganês são os elementos mais frequentes em águas subterrâneas, e sua presença em excesso nos sistemas de abastecimento resultam em uma variedade de efeitos negativos, como a alteração da coloração, sabor e problemas em canalizações. Essa presença, apesar de aparentemente não causar problemas relacionados à saúde, pode comprometer a confiabilidade pública quanto ao sistema de tratamento, além de tornar a água imprópria para o consumo humano devido a presença de sabor e odor desagradáveis (ALMEIDA et al, 2019).

Observa-se que os valores de manganês para o período de estiagem apresentaram concentrações mais elevadas em relação ao período chuvoso. No período seco, 31% das amostras estão acima do valor permitido pela legislação, com o ponto mais elevado na L2:P4 (0,38 mg/L⁻¹) e valor mínimo na L2:P5 (0,00 mg/L⁻¹). No período chuvoso os resultados se mostram sem grandes oscilações, variando de 0,00 – 0,18 mg/L⁻¹, com duas amostras em não conformidade com a legislação. Como o parâmetro manganês está relacionado com o ferro, o valor de pico ocorreu na mesma amostra onde foi observado alto valor de ferro para o período seco, reafirmando esta relação também na área analisada.

O parâmetro cor em análises da qualidade da água, quando apresenta alterações, não significa necessariamente problemas ocasionados por contaminação (PERPÉTUO, 2014). Porém, a cor da água pode ser alterada em função de parâmetros intrínsecos como conteúdo orgânico, pH, teor de ferro e outros metais, que podem ter origem natural ou antrópica (AMATO-LOURENÇO, 2020). O limite aceitável pelo MS é de até 15 uH (unidade Hazen). Como pode-se observar na tabela 2, durante o período chuvoso duas amostras apresentaram valores acima do limite estabelecido na legislação, sendo as linhas L3:P1 (40,97uH) e L1:P2 (23,00uH), e no período de estiagem os resultados apontam oito amostras em não conformidade com o limite de 15 uH, sendo os picos de concentração elevada ocorrido nas amostras L2:P4 (48,00) e L3:P1 (26,40).

Assim, houve variação significativa em relação à sazonalidade para o parâmetro cor. No período de estiagem as concentrações estavam bem elevadas, já no período chuvoso ocorreu um decaimento. A cor aparente apresentou valores em não conformidade com a legislação em 62,5% das amostras dos poços, o que evidencia que os assentados estão consumindo água fora dos padrões de potabilidade aceitáveis para este parâmetro. Portanto, há possibilidade da influência do excesso de ferro e manganês sobre a cor da água na área estudada.

O PA Pacia possui o solo do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico (LINHARES et al, 2014), o que pode também influenciar sobre os elevados índices de cor aparente dos poços. Esses solos normalmente se apresentam em relevo plano e suavemente ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas. Possuem ação significativa de latolização, intensa intemperização de minerais primários, com concentração de óxidos, hidróxidos de ferro e alumínio (SCHAEFER et al, 2017), que segundo o condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo, pode influenciar nas características organolépticas da água (ZANINETTI et al, 2016).

Outro parâmetro observado nesse estudo foi o nitrato. O consumo frequente de água com excesso de nitrato pode provocar doenças e levar a formação de substâncias carcinogênicas, como nitrosamidas (COSTA et al, 2016). Portanto, o excesso de nitrato indica a contaminação de aquíferos ou condições higiênico-sanitárias inadequadas de poços. Em relação às concentrações de nitrato analisadas, todas as amostras apresentaram valores inferiores ao valor de referência de 10 mg/L⁻¹ N-NO₃ do MS e, portanto, estão de acordo com a legislação nos dois períodos analisados.

A dureza da água ocorre em função dos teores de cátions existentes (Ca²⁺ e Mg²⁺ principalmente), expressos em termos de uma quantidade equivalente de CaCO₃ (FAÇANHA, 2019). Sua relação com a saúde humana se dá pela diminuição da formação de espuma no uso de sabão e detergente, o que diminui a eficiência da lavagem de materiais como roupa e utensílios, e a própria higiene pessoal, aumentando as chances de problemas higiênico-sanitários (SILVA et al, 2020). Todas as amostras de água analisadas se encontram dentro do limite de 500 mg/L estabelecido pelo MS. Durante o período de estiagem, os resultados mostram-se mais elevados em relação ao período chuvoso, tendo como pico máximo na L2:P4 (87,7 mg/l⁻¹) e mínimo na L2:P5 (7,00 mg/l⁻¹).

Em relação a temperatura, o MS não estabelece valor limite, porém, é um fator importante, pois influência sobre alterações de parâmetros físico-químicos. A temperatura da água está relacionada à sensibilidade e preferência do consumidor, e por isso, quando a alteração da temperatura de um corpo hídrico atinge faixas significativas, passa a ser caracterizado como um ambiente com poluição térmica (SANTOS et al, 2020). A média de temperatura das amostras foi de 24°, valor este que está de acordo com a média de temperatura da região Purus no período chuvoso, pois segundo Koopen, a região Purus tem temperaturas médias anuais entre 24° C e 27° C. Os valores obtidos para a temperatura das amostras foram relativamente homogêneos, variando de 23°C a 26°C.

Em relação à avaliação microbiológica, o objetivo foi averiguar se a água consumida pelos moradores do assentamento está isenta de micro-organismos patogênicos. Os parâmetros microbiológicos indicadores de contaminação exigidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde são coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

A presença de coliformes em níveis elevados indica água imprópria para o consumo, pois apresenta alto risco de aquisição de doença com veiculação hídrica (SILVA et al, 2020). Segundo o MS, a qualidade da água em relação aos parâmetros microbiológicos, pode ser determinada a partir da ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra. Os resultados dos parâmetros microbiológicos podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros microbiológicos da água coletada no PA Pacia

Pontos de coleta	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	<i>E. coli</i>
L2:P4	4,48 x 10 ³	3,20 x 10 ²	-
L2:P5	1,52 x 10 ³	1,04 x 10 ³	-
L2:P6	1,79 x 10 ⁵	1,92 x 10 ⁴	4,50 x 10
L2:INCRA	2,40 x 10 ²	-	-
L3:P1	8,00 x 10	-	-
L3:P3	1,41 x 10 ⁵	-	-
L3:P4	2,4 x 10 ²	8,00 x 10	-

Fonte: Elaborada a partir da água coletada no Assentamento Pacia

A presença de coliformes totais nas amostras de água foi detectada em sete dos dezesseis poços analisados, com valor máximo no ponto da L3:P1 (8,00 x 10). Logo 43,75% das amostras não estão em conformidade com a legislação, e, portanto, estão impróprias para o consumo, devendo-se investigar a origem da fonte de contaminação para que sejam tomadas providências de caráter corretivo e preventivo.

Os coliformes totais pertencem ao grupo com maior número de micro-organismos. Por isso, sua presença na água indica a possibilidade de contaminação (BRASIL, 2017). Alves et al. (2016) avaliando a qualidade da água subterrânea obtida de poços na cidade de Ji-Paraná – RO, verificou que 42,22% das amostras apresentaram presença de coliformes totais, com resultado semelhante ao presente estudo.

De acordo com Simão et al. (2020) as populações que dependem de fontes alternativas, como poços ou que vivem em áreas rurais, estão expostas a maiores contaminações. Além de não se observar esforços das autoridades em criar nas zonas rurais as condições sanitárias necessárias, como nas áreas urbanas, há ainda desconhecimento dessas populações sobre a falta de qualidade sanitária da água que consomem por não possuir tratamento (GIRARDI et al, 2019).

A presença de coliformes termotolerantes em água e alimentos é menos representativa como indicação de contaminação fecal do que a enumeração direta de *E. coli*, porém, muito mais significativa do que a presença de coliformes totais, dada a alta incidência de *E. coli* dentro do grupo fecal (SILVA et al, 2017).

Observando-se a tabela 3, verifica-se que em quatro amostras foram detectados coliformes termotolerantes, com maior valor na L3:P4 (8,00 x 10), porém para *E. coli*, apenas uma amostra das dezesseis analisadas encontra-se fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. Portanto, apesar da tabela 3 nos mostrar que 43,75% das amostras encontra-se com presença de coliformes totais, apenas 25% apresentaram presença de coliformes termotolerantes e 10% desses são *E.coli*. A *Escherichia coli* é o microrganismo mais estudado em todo o mundo, pois é considerado o principal representante do grupo. A ocorrência de *E. coli* é considerada um indicador específico de contaminação fecal e da possível presença de patógenos entéricos (SIMÃO et al., 2020).

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados na água consumida pelos moradores do PA Pacιά, é possível concluir que os parâmetros de turbidez, cor aparente, ferro, manganês e pH, apresentaram valores acima do permitido pela legislação nos poços das três linhas do assentamento. Comparando as 3 linhas, aquela que contém o maior número de poços comprometidos é a linha 2, pois todos os poços analisados desta linha apresentaram valores acima dos valores indicados pela legislação em alguns dos parâmetros analisados como, cor, ferro, manganês, turbidez, coliformes totais, termotolerantes e *E. Coli*.

O poço mais comprometido do Assentamento está localizado na linha 2, poço 4 (L2:P4), apresentando valores acima dos padrões estabelecidos pela legislação para os parâmetros turbidez, cor, ferro, manganês, e presença de coliformes totais e termotolerantes. O único poço a apresentar presença de *E. Coli* também está localizado na linha 2, poço 6 (L2:P6), evidenciando assim que a qualidade da água do assentamento se encontra imprópria para o consumo.

Considerando os parâmetros monitorados, constatou-se que apenas 56,25% dos poços monitorados apresentaram-se adequados ao consumo "*in natura*", conforme os padrões de potabilidade microbiológicos, indicando que o assentamento vem sofrendo com a falta de infraestrutura sanitária que acaba aumentando o risco de contaminação por doenças de veiculação hídrica. A contaminação microbiológica da água também tem uma relação positiva com a falta de manutenção e limpeza das caixas de armazenamento de água. Quanto maior for o período sem limpeza das caixas de água, maior será a possibilidade deste tipo de contaminação.

Assim, são necessárias intervenções urgentes do poder público, no sentido de investir no saneamento básico da área. A qualidade das fontes de água monitoradas está diretamente associada às características de sua localização, tais como ausência de infraestrutura sanitária, proximidade das fossas aos poços de captação de água, além do inadequado estado de preservação dos poços.

Os resultados observados lembram que a criação de assentamentos rurais exige planejamento de uso e ocupação da área, com a observância de estratégias que vão além da mera partilha da terra. O fornecimento de infraestrutura básica, como esgotamento sanitário e água potável são condições essenciais para manutenção da qualidade de vida e permanência das famílias nessas áreas.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Brasília: ANA, 2011. 326p.

ALMEIDA, A. B. B; SILVA, P. B. A; LIMA, M. R. P; SANTOS, Y. T. C; MOREIRA, Y. W. N. Concentração de ferro e manganês em águas de abastecimento no município de Crato, Ceará: caracterização e proposta de tratamento. *Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas*, p. 1 -11, 2019. Disponível em: <file:///D:/Documents/Documentos%20Francimara%202019/Mestrado/Sasha/artigo%20%C3%A1gua%20atual/%C3%81guas%20subterr%C3%A2neas%20Cear%C3%A1.pdf>. Acesso: 07/04/2020.

ALVES, G. M. C; LACERDA, C. L; CARVALHO, I. J. I; SOBRAL, F. O. S. Qualidade da água subterrânea obtida de poços em áreas urbanas na cidade de Ji-Paraná - RO. *Higiene Alimentar*, vol. 30, no 256/257, p. 137 – 141, 2016.

AMATO-LOURENÇO, L. F. *Saúde e saneamento ambiental*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2020. 308p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. *Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/sau-delegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 05/04/2016.

- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de Saneamento*. Brasília: Funasa, 2015. 642 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria de consolidação de nº de 28 de setembro de 2017*.
- CARVALHEIRO, J. R. Água e saúde: bens públicos da humanidade. *Estudos avançados*, São Paulo, vol. 29, no. 84, p. 139 – 149, 2015.
- COSTA, D. D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato - O panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. *REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA*, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 49-61, 2016.
- CUNHA, H. F. A.; LIMA, D. C. I.; BRITO, P. N. F.; CUNHA, A. C.; JUNIOR, A. M. S.; BRITO, D. C. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 7, n. 3, p. 155-165, 2012.
- DAMASCENO, M. C. S.; RIBEIRO, H. M. C.; TAKIYAMA, L. R.; PAULA, M. T. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do Rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, vol. 10, n. 3, p. 598 – 613, 2015.
- FERREIRA, D. C.; BESSA, S. L.; BUSS, D. F. Avaliação de cloradores simplificados por difusão para descontaminação de água de poços em assentamento rural na Amazônia, Brasil. *Ciência e saúde coletiva*, vol. 21, no. 3, p. 767 – 776, 2016.
- FREDDO FILHO, V. J. *Qualidade das águas subterrâneas rasas do aquífero barreiras: estudo de caso em Benevides – PA*. 2018. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- GIRARDI, R.; PINHEIRO, A.; VENZON, P. T. Parâmetros de qualidade de água de rios e efluentes presentes em monitoramentos não sistemáticos. *REGA*, v. 16, e. 2, p. 1 – 14, 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000-2008*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2008>. Acesso: 13/11/2016.
- LINHARES, J. M. S.; BASTOS, W. R.; SILVA, D. P. L.; BALBINOT, E.; SILVA, J. O.; MAIA, P. V. A. Levantamento de solo em diferentes ambientes geomorfológicos e sistemas de uso da terra na microbacia hidrográfica do Rio Pacιά - Sul do Amazonas. *Caminhos de Geografia*, v. 15, n. 52, p. 21 – 40, 2014.
- MARCELINO, K. M.; MELO, A. R.; MARQUES, C. R. M.; BROLESKI, T. M.; CAMPOS, D. P. Remoção de ferro em águas subterrâneas de poços tubulares em uma indústria de beneficiamento de arroz. *Revista Vincici – Periódico Científico da Faculdade SATC*, v. 2, n. 1, p. 161-182, 2017.
- MELLO, P. F. *Assentamentos rurais no Brasil: uma releitura*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 133 p.
- NÚCLEO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM AMBIENTE, SOCIOECONOMIA E AGROECOLOGIA – NUPEAS. *Relatório de atividades*. Humaitá - AM: UFAM, 2014. 40p.
- OLIVEIRA, G. A.; NASCIMENTO, E. L.; DA ROSA, A. L. D.; LAUTHARTTE, L. C.; BASTOS, W. R.; BARROS, C. G. D.; CREMONESE, E. R.; BENT, A. Q.; MALM, O.; GEORGIN, J.; CORTI, A. M. Avaliação da qualidade da água subterrânea: estudo de caso de Vilhena – RO. *Águas Subterrâneas*, v. 29, n. 2, p. 213-223, 2015.
- PERPÉTUO, E. A. *Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais*. São Paulo: CEPEMA-USP, 2014. 90p.
- SANTOS, L. F.; MARINHO, E. R.; MOREIRA, F. S. A.; CARNEIRO, B. S.; FAIAL, K. C. F. Avaliação da qualidade da água da baía do Guajará em Belém/PA. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 2, p. 367 – 380, 2020.
- SCHAEFER, C. E. G.R.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; VALE JR, J. F.; SOUZA, K.; CORRÊIA, G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; AMARAL, E. F.; CAMPO, M. C. C.; RUIVO, M. L. P. *Solos da Região Amazônica*. In: CURI, N et al (Org). *Pedologia - Solos dos Biomas Brasileiros*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 112 – 167, 2017.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA FILHO, E. D. Microbiologia ambiental: monitoramento bacteriológico da água de um poço artesiano localizado no “sítio Bagaceira” em Areia-PB. *Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas*, 2020. 7p.
- SILVA, J. P.; BEZERRA, C. E.; RIBEIRO, A. Avaliação da qualidade da água armazenada em cisternas no Semiárido Cearense. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 14, no. 1, p. 27-35, 2020.
- SILVA, M. L.; SILVA, M. S. R. Perfil da qualidade das águas subterrâneas de Manaus. *Holos environment*, v. 7, n. 1, p. 1 – 15, 2007.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*. São Paulo: Editora Bluncher, 5ª edição, 2017. 535p.

SILVA, P. N; HELLER L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 21, no. 6, p. 1861 – 1869, 2016.

SIMÃO, G; DAMIANI, A. P. M; ALEXANDRE, N. Z; SILVA, B. G. Qualidade da água utilizada para consumo humano em áreas rurais, estudo de caso no município de Santa Rosa do Sul- SC. *Holos Environment*, v. 20, no. 1, p. 100-116, 2020.

SOUZA, J. A. R; MOREIRA, D. A; CONDÉ, N. M; CARVALHO, W. B; CARVALHO, C. V. M. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. *Revista Ambiente e Água*, vol. 10, n. 3, pp. 614-622, 2015.

VELOSO, N. S. L; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 19, n. 1, p. 229 - 242, 2014.

VERIATO, M. K. L; BARROS, H. M.M; SOUZA, L. P; CHICÓ, L. R; BAROSI, K. X. L. Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. *Revista Verde*, Pombal – PB, vol. 10, nº 5 (especial), p. 17 - 22, 2015.

WINCK, N. B. *Avaliação hidrogeológica, hidroquímica e da ocorrência de ferro e manganês nas águas subterrâneas do distrito de Ipiranga, região noroeste do município de Gravataí - RS*. 2015. 74f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ZANINETTI, R. A; MOREIRA, A; MORAES, L. A. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo amarelo na conversão de floresta primária para seringais na Amazônia. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.9, p.1061-1068, 2016.

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*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 651-663, 2015.